



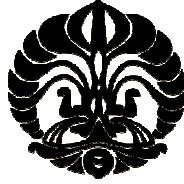
UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisa Korelasi Nilai QoS dan MOS Video Conference
Pada Sistem Virtual Education di Jaringan WLAN**

SKRIPSI

**RANI KUMALASARI
0806459873**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisa Korelasi Nilai QoS dan MOS Video Conference
Pada Sistem Virtual Education di Jaringan WLAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

**RANI KUMALASARI
0806459873**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK KOMPUTER
DEPOK
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Rani Kumalasari

NPM : 0806459873

Tanda Tangan : 

Tanggal : 3 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Rani Kumalasari
NPM : 0806459873
Program Studi : Teknik Komputer
Judul Skripsi : Analisa Korelasi Nilai QoS dan MOS Video
Conference Pada Sistem Virtual Education di Jaringan
WLAN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang dilakukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo M.Sc. (.....)

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Kalamullah Ramli M.Eng. (.....)

Penguji 2 : Muhammad Salman ST., MIT (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 3 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkah rahmat dan ridho dari Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Untuk Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo M.Sc., selaku pembimbing seminar dan skripsi saya yang telah memberikan saran dan kritik serta tenaga dan pikiran untuk penyusunan skripsi ini;
2. Orang tua dan keluarga saya, atas doa dan dukungannya selama saya berkuliah di Teknik Komputer;
3. Yudi Methanoxy, atas bantuannya memberikan saran atas penyusunan skripsi ini;
4. Teman-teman yg sudah membantu menjadi *user*, meminjamkan alat, serta memberi masukan dan dukungan;
5. Keluarga besar Elektro Komputer 2008, khususnya Teknik Komputer atas dukungan dan pengalaman selama saya berkuliah di Teknik Komputer;
6. Rekan asisten Laboratorium Digital Departemen Teknik Elektro;
7. Peneliti-peneliti atas sumbangsuhnya untuk penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT akan membalas kebaikan semua orang yang telah membantu. Penulis sadar masih ada kesalahan dalam penulisan ini sehingga kritik dan saran merupakan hal yang sangat membantu untuk kemajuan skripsi ini.

Depok, 3 Juli 2012

Rani Kumalasari

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rani Kumalasari

NPM : 0806459873

Program Studi : Teknik Komputer

Departemen : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** Atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Analisa Korelasi Nilai QoS dan MOS pada Video Conference Sistem Virtual
Education Di Jaringan WLAN”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia Berhak menyimpan, mengalihmediakan/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 3 Juli 2012

Yang menyatakan



(Rani Kumalasari)

Abstrak

Nama : Rani Kumalasari
Program Studi : Teknik Komputer
Judul : Analisa Korelasi Nilai QoS dan MOS Video Conference
pada Sistem Virtual Education di Jaringan WLAN

Sistem *virtual education* adalah suatu metode pengajaran jarak jauh dimana pengajar dan murid dari pelajaran tersebut tidak berada pada satu tempat yang sama namun terhubung satu sama lain dengan jaringan internet. Sistem *virtual education* ini terdiri dari dua bagian, *Learning Management System (LMS)* dan *virtual class*, dimana pada *virtual class* tersebut dapat dilakukan kegiatan belajar mengajar seperti di kelas sesungguhnya. Salah satu fitur yang ada di dalam sistem *virtual education* ini adalah *video conference*. Namun, permasalahan yang ada adalah untuk melakukan video conference ini dibutuhkan suatu jaringan yang dapat mendukung sepenuhnya agar sesuai dengan standar QoS untuk aplikasi real time. Pada skripsi ini akan dibahas mengenai perancangan sistem virtual education ini, kemudian menerapkannya pada jaringan WLAN pada skenario lokal dan real. Setelah diterapkan, maka akan menganalisa nilai QoS dengan parameter *throughput*, RTT, dan *paket loss* kemudian membandingkannya dengan standar ITU Y.1541. Nilai MOS juga akan dicari untuk mengetahui kualitas dari *video conference* ini. Setelah itu akan didapatkan suatu korelasi kualitatif dari nilai QoS dan MOS *video conference* ini dengan variabel kontrol yang digunakan adalah kompresi dari *video conference* ini. Nilai MOS yang didapatkan untuk kompresi 25, 50, 70, dan 100 adalah 3,15, 3,575, 3,675, dan 3,825. Dari hasil grafik korelasi kualitatif yang didapatkan, semakin baik kualitas gambar dari video conference tersebut maka nilai MOS yang didapatkan semakin tinggi.

Kata kunci:

Virtual education, video conference, WLAN, QoS, MOS

Abstract

Name : Rani Kumalasari
Study Program : Computer Engineering
Title : Correlation Analysis of QoS Value and MOS Video
Conference on Virtual Education System in WLAN
Networks

Virtual education is a long-distance teaching methods which the teacher and students of these lessons are not in the same place but connected each other with internet connection. Virtual education system consists two parts, the Learning Management System (LMS) and virtual class. Virtual class use to do activities like in the real classroom. One feature that is in the virtual education system is video conference. However, there are issues to do video conferencing is a need for a network that can support fully to comply with the standard QoS for real time applications. This thesis will explain the design of virtual education system then apply it in WLAN network. After applied, then it wil analyze the QoS parameters such as throughput, RTT, and packet loss then compared it with Y.1541 ITU standard. MOS value will also be sought to determine the quality of this video conference. After that, correlation between value of the QoS and MOS video conference will be obtained with compression of video conference as variable control. MOS value that obtained for compression 25, 50, 70, and 100 is 3.15, 3.575, 3.675, and 3.825. From the results obtained qualitative correlation chart, the better image quality of video conference higher MOS value that obtained.

Key words:

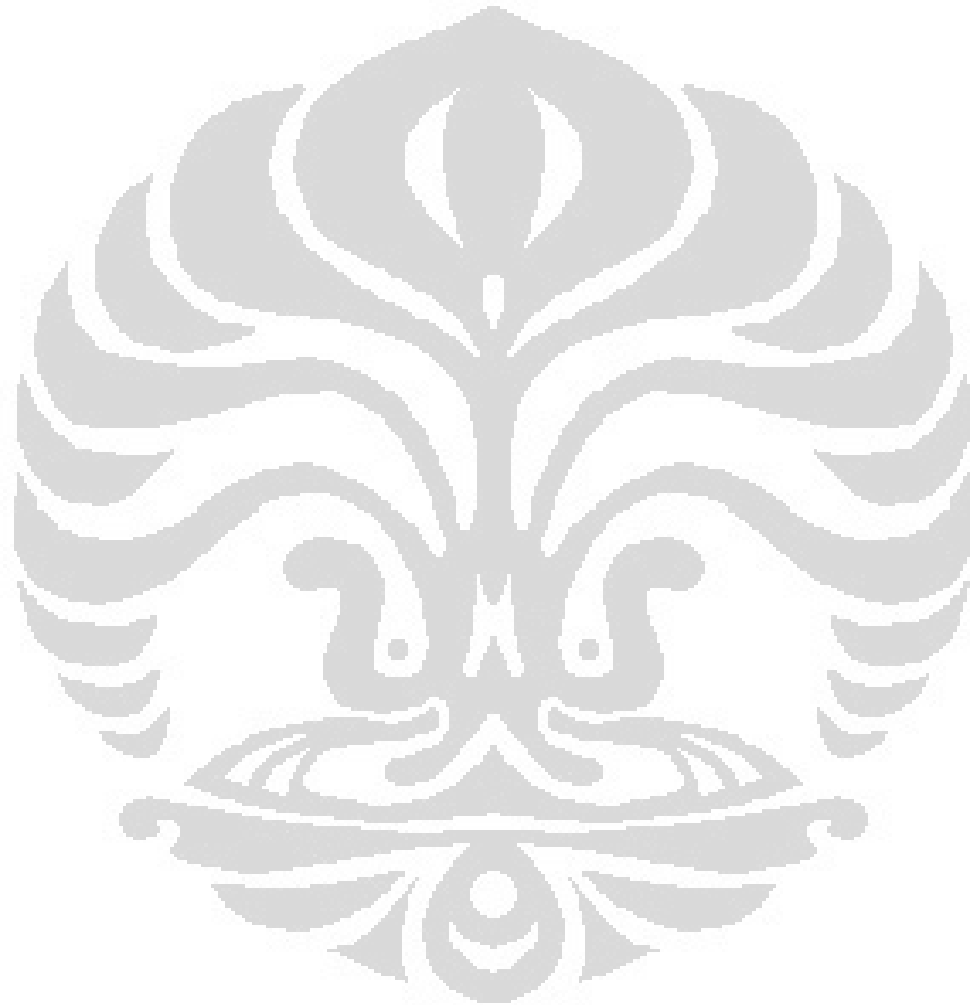
Virtual education, video conference, WLAN, QoS, MOS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Metodologi Penulisan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Virtual Education.....	5
2.1.1 E-Learning.....	6
2.1.2 Perkembangan Virtual Education	6
2.2 Video Conference.....	7
2.2.1 Tipe Video Conference	8
2.3 Protokol dan Kebutuhan Bandwidth pada Fitur Video Conference.....	9
2.3.1 Protokol pada Video Conference	9
2.3.2 Kebutuhan Bandwidth.....	9
2.4 Quality of Service.....	10
2.4.1 Parameter QoS	11
2.4.2 Standar QoS Menurut Y.1541	13

2.5 Wireless Local Area Network (WLAN).....	15
2.5.1 Mode <i>Ad hoc</i>	16
2.5.2 Mode Infrastruktur	16
2.5.3 Komponen WLAN	17
2.6 Wireless Fidelity (Wi-Fi)	18
2.7 Mean Opinion Score (MOS)	19
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM VIRTUAL EDUCATION BERBASIS OPEN SOURCE SOFTWARE	21
3.1 Diagram Perancangan dan Konsep Implementasi Sistem Virtual Education ...	21
3.1.1 Konsep Dasar Implementasi Sistem Virtual Education	21
3.1.2 Arsitektur Perancangan Virtual Education.....	22
3.2 Skenario Uji Coba	23
3.2.1 Skenario pada Jaringan Lokal	24
3.2.2 Skenario pada Kondisi Real	24
3.3 Software Pendukung.....	25
3.3.1 Ubuntu 10.04 LTE	25
3.3.2 Windows 7	26
3.3.3 Moodle 2.0.9+	26
3.3.4 BigBlueButton 0.80 Beta	26
3.3.5 LiteSpeed.....	28
3.3.6 Nginx.....	28
3.3.7 Wireshark	29
BAB 4 IMPLEMENTASI SISTEM DAN ANALISA QoS PADA FITUR VIDEO CONFERENCE	30
4.1 Implementasi Sistem	30
4.1.1 Hardware dan Software Sistem.....	30
4.1.2 Hasil Implementasi Sistem.....	31
4.2 Analisa QoS pada Video Conference	33
4.2.1 Nilai QoS pada Jaringan Lokal	33
4.2.3 Nilai QoS pada Kondisi Real	37

4.3 Penilaian Kualitas Video Conference (MOS)	41
4.4 Korelasi Nilai QoS dengan Nilai MOS	42
BAB 5 KESIMPULAN.....	43
DAFTAR REFERENSI	xiv
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xvii

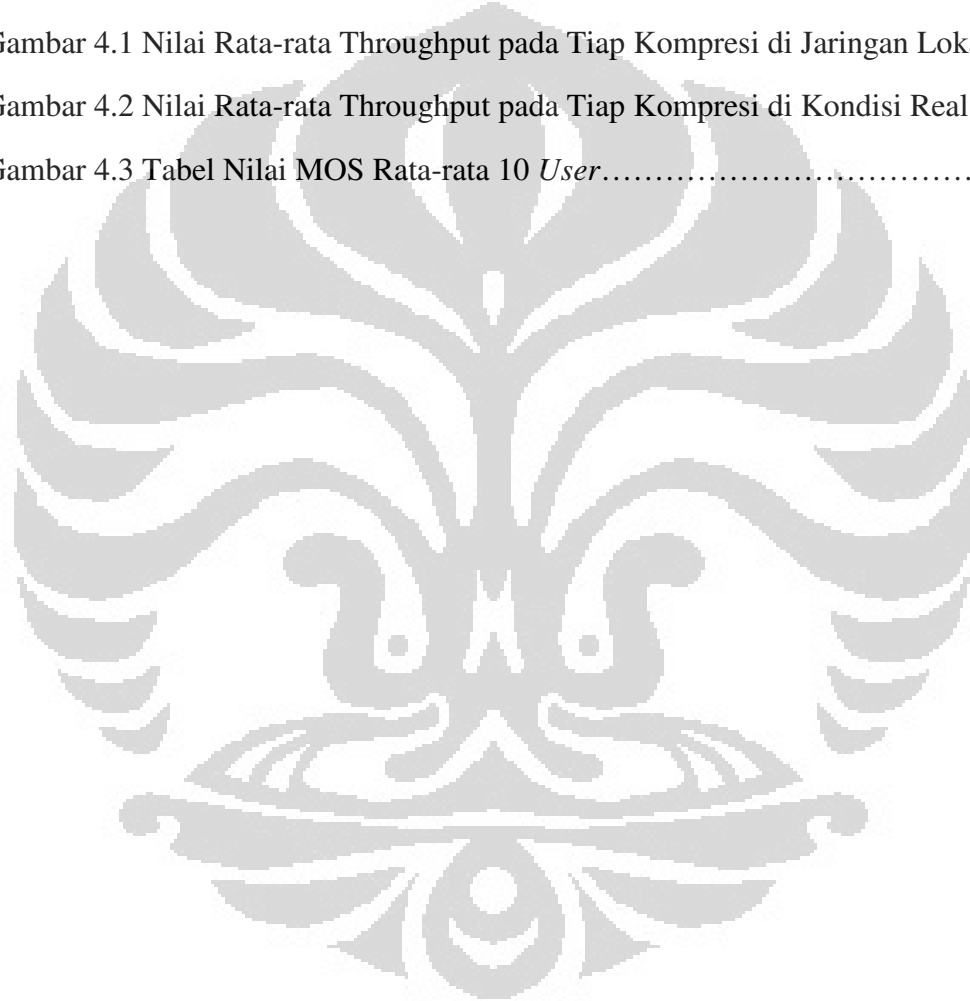


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Streaming dengan QoS dan Tanpa QoS.....	11
Gambar 2.2 Ilustrasi Delay pada Komunikasi	12
Gambar 2.3 Ilustrasi Jitter.....	12
Gambar 2.4 Topologi Jaringan <i>Ad hoc</i>	16
Gambar 2.5 Contoh Topologi Mode Infrastruktur.....	17
Gambar 2.6 Lambang dari Wi-Fi.....	18
Gambar 3.1 Sistem Virtual Education dengan Mengintegrasikan Open Source Software.....	22
Gambar 3.2 Arsitektur Virtual Education	23
Gambar 3.3 Arsitektur untuk Fitur Video Conference.....	23
Gambar 3.4 Skenario Uji Coba pada Jaringan Lokal.....	24
Gambar 3.5 Skenario Uji Coba pada Kondisi Real.....	25
Gambar 3.6 Fitur pada BigBlueButton.....	27
Gambar 4.1 Halaman Utama Website Sistem Virtual Education.....	31
Gambar 4.2 Halaman Utama Mata Pelajaran.....	32
Gambar 4.3 Contoh Video Conference Ketika Diperbesar	33
Gambar 4.4 Grafik Throughput Lokal pada Kompresi 25,50, 70, dan 100.....	34
Gambar 4.5 Grafik RTT Lokal pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100.....	36
Gambar 4.6 Grafik Packet Loss Lokal pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100.....	37
Gambar 4.7 Grafik Throughput Real pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100.....	38
Gambar 4.8 Grafik RTT Real pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100	39
Gambar 4.27 Grafik Packet Loss Real pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100.....	40
Gambar 4.28 Grafik Korelasi MOS dan Nilai Kompresi.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Definisi Kelas IP QoS dan Kinerja Jaringan Secara Objektif.....	14
Tabel 2.2 Kelas IP QoS.....	15
Tabel 2.3 Spesifikasi dari Tipe Wi-Fi.....	19
Tabel 2.4 Rekomendasi ITU-T P.800 untuk Nilai Kualitas Komunikasi Audio dan Video dengan MOS.....	20
Gambar 4.1 Nilai Rata-rata Throughput pada Tiap Kompresi di Jaringan Lokal...	35
Gambar 4.2 Nilai Rata-rata Throughput pada Tiap Kompresi di Kondisi Real.....	38
Gambar 4.3 Tabel Nilai MOS Rata-rata 10 <i>User</i>	41



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi merupakan hal yang tidak bisa dihindari saat ini. Hal ini terjadi pada segala bidang, dimana didalamnya termasuk juga bidang teknologi informasi. Kemajuan teknologi ini terjadi karena perkembangan pemikiran manusia dan kebutuhan manusia yang semakin lama semakin banyak, sehingga memacu pemikiran manusia untuk terus mengembangkan penemuan-penemuan yang baru.

Pendidikan mengembangkan pemikiran dari setiap manusia. Seperti yang dikemukakan oleh Dadoed Joesoef mengenai pentingnya pendidikan: “Pendidikan merupakan segala bidang penghidupan, dalam memilih dan membina hidup yang baik, yang sesuai dengan martabat manusia”[1]. Maka merupakan suatu hal yang salah jika ada orang yang mengatakan bahwa pendidikan merupakan suatu hal yang tidak penting, karena dengan pendidikan selain mengembangkan pemikiran manusia juga mengembangkan karakteristik dari setiap manusia.

Perkembangan teknologi juga mempengaruhi bidang pendidikan. Pendidikan merupakan suatu hal yang fundamental bagi setiap manusia. Pada jaman dahulu, media untuk mendapatkan informasi materi hanya didapatkan dari buku ataupun koran saja. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi media untuk pembelajaran juga semakin beragam. Jika dahulu media pembelajaran hanya menggunakan kertas kini media pembelajaran juga menggunakan digital. Sebagai contoh adalah buku, sekarang tersedia buku digital atau *E-book*, sehingga dapat dibaca secara *online* maupun *offline* dan dapat mengurangi penggunaan kertas yang berlebihan. Selain dari buku, perkembangan teknologi juga memberikan macam jenis lain untuk media pembelajaran seperti video, flash, java applet, dll. Dari perkembangan teknologi informasi ini sehingga memberikan macam jenis dari media pembelajaran. Teknologi informasi juga memberi kemudahan untuk mendapatkan media pembelajaran dengan adanya koneksi internet. Bahan pembelajaran ataupun proses belajar pun dapat dilakukan secara online.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi tersebut dan kemudahan untuk media pembelajaran, maka proses belajar mengajar pun semakin berkembang. Masa kini, kegiatan belajar mengajar tidaklah harus selalu dilakukan di dalam ruang kelas. Perkembangan dari internet menyebabkan adanya sistem pembelajaran online. Karena adanya sistem pembelajaran online ini terciptalah suatu istilah *virtual education*.

Virtual education ini memudahkan untuk metode pembelajaran secara online. Dengan metode pembelajaran online ini, maka pengajar dan murid dapat berinteraksi satu sama lain tanpa harus tatap muka secara langsung ataupun berada pada satu ruang yang sama. Tatap muka pada *virtual education* bisa dilakukan dengan menggunakan video conference dan kegiatan lainnya seperti tugas, kuis dapat dilakukan menggunakan *Learning Management System*. *Virtual education* ini menyebabkan jarak ataupun cuaca yang buruk dijadikan alasan untuk tidak berlangsungnya suatu kegiatan belajar mengajar.

Virtual education ini akan menjadi masalah ketika koneksi yang dimiliki tidak dapat mendukung untuk aplikasi yang terdapat di dalamnya. Untuk itu diperlukan suatu koneksi internet yang stabil untuk dapat menjalankan aplikasi *real time* seperti *video conference*.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah mendapatkan nilai QoS dari fitur *video conference* di sistem *virtual education* pada kondisi lokal dan real pada jaringan WLAN kemudian menganalisa korelasi nilai QoS tersebut dengan MOS yang didapatkan.

1.3 Pembatasan Masalah

Penulisan skripsi ini dibatasi pada perancangan dan implementasi sistem *virtual education* pada jaringan lokal dan real menganalisa korelasi dari kualitas dan kuantitas QoS pada fitur *video conference* di sistem *virtual education* ini ketika

diakses dengan menggunakan pada jaringan WLAN kemudian menggunakan variabel kontrol kualitas dari fitur *video conference*.

1.4 Metodologi Penulisan

Untuk membantu dalam melengkapi penulisan skripsi ini digunakan metode studi literatur, yaitu dengan mencari buku-buku jurnal-jurnal ilmiah, artikel, forum, dan blog di internet yang digunakan untuk referensi.

1.5 Sistematika Penulisan

Agar penulisan skripsi ini dapat terarah dengan baik, maka penulisan skripsi ini dibagi atas beberapa bab, yaitu:

a. Bab 1 : Pendahuluan

Pada bab ini, akan menjelaskan mengenai Latar Belakang, Tujuan, Pembatasan Masalah, Metodologi Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

b. Bab 2 : Landasan Teori

Pada bab ini, akan menjelaskan mengenai Virtual Education dan perkembangannya, *video conference* dan perkembangannya, serta QoS beserta standar dan parameterinya.

c. Bab 3 : Perancangan Virtual Education Berbasis Open Source Software

Pada bab ini, akan menjelaskan mengenai perancangan Virtual Education yang menggabungkan beberapa open source software kemudian skenario uji coba yang akan dilakukan untuk analisa QoS dari fitur video conference.

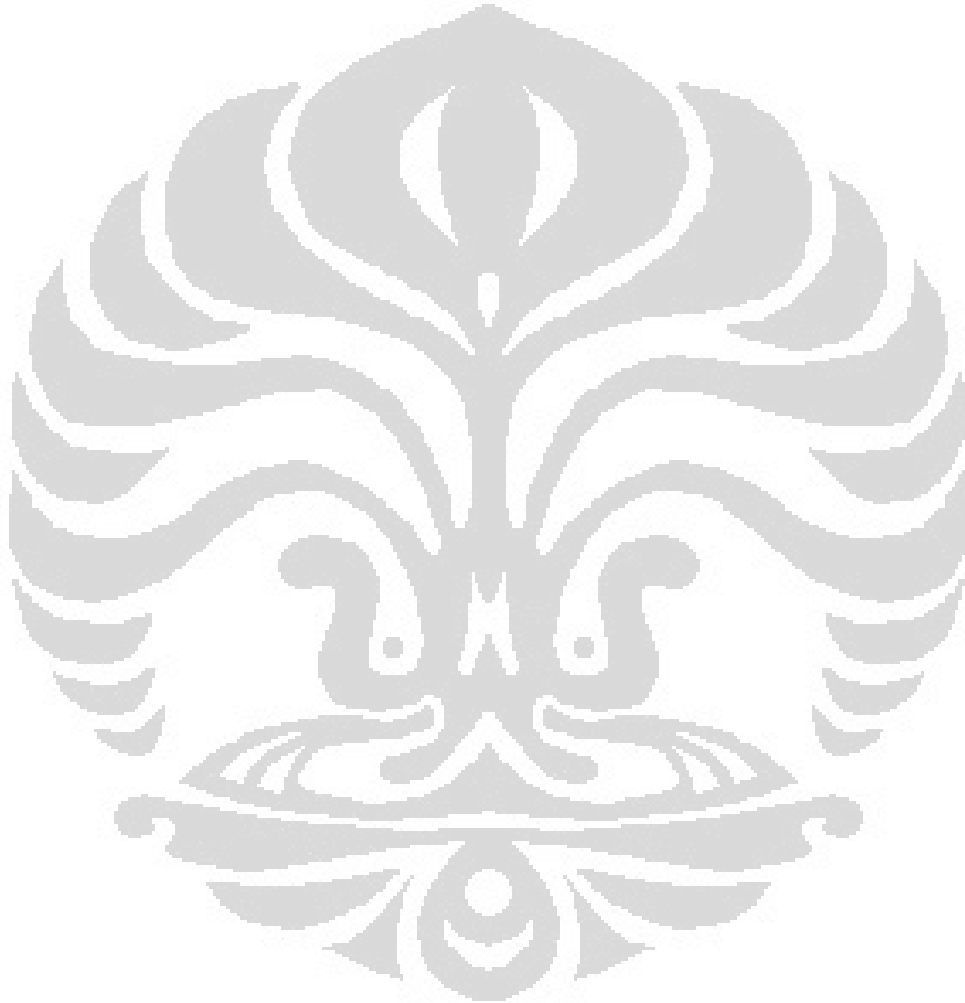
d. Bab 4 : Implementasi dan Analisa QoS Video Conference pada Sistem Virtual Education

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai implementasi dan hasil pengukuran throughput, RTT, dan packet loss dengan menggunakan wireshark pada fitur video conference pada kondisi real kemudian hasil

pengukuran kualitas dengan metode MOS kemudian analisa korelasi dari hasil pengukuran kuantitas dan pengukuran kualitas.

e. Bab 5 : Kesimpulan

Pada bab ini, akan menjelaskan kesimpulan dari bab-bab sebelumnya dari skripsi ini.



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Virtual Education

Virtual Education memiliki arti sebuah lingkungan pembelajaran dimana kegiatan pembelajaran dilakukan tanpa tatap muka secara langsung dengan pengajarnya. Pada virtual education ini pengajar dan murid dapat terpisah tempat, waktu, ataupun keduanya, pengajar dapat memberikan pengajaran dengan metode yang bermacam-macam seperti *Learning Management System (LMS)*, *video conference*, file-file multimedia, dan *chatting*.

Pada penggunaan *virtual education* murid dapat merasakan lingkungan seperti di kelas, dengan adanya pengajar, komunikasi dua arah, namun tidak dilakukan di ruang kelas. Murid dapat mendapatkan materi pada virtual education dengan cara mencari materi itu sendiri dengan cara *uni-directional* (sebagai contoh: mempelajari video, membaca buku teks digital), atau dikenal dengan instruksi asinkronus. Setelah mempelajari materi, maka dilakukanlah diskusi dari masalah, menyelesaikan suatu soal, studi kasus, mengulang kembali pertanyaan yang ada, atau hal lainnya yang berhubungan untuk memperdalam materi yang telah dipelajari sebelumnya. Semuanya ini bergantung dari kecepatan pemahaman murid terhadap materi tersebut, pengajar hanyalah sebagai fasilitator jika murid terdapat kesulitan terhadap materi tersebut.

Murid mengikuti mata pelajaran/kuliah ini setelah terdaftar ke dalam kelas tersebut. Kemudian pengajar dan murid dapat saling berinteraksi dengan fasilitas dunia maya seperti *video conference*. Sebagai pengganti papan tulis, dapat digunakan *sharing desktop*, sehingga pengajar dapat menunjukkan power point kepada murid sembari menjelaskan materi yang ada. Untuk tugas yang diberikan pada *virtual education*, dapat dilakukan dengan cara tugas *online* seperti mengerjakan soal yang telah diberikan pada LMS kemudian diberi waktu untuk mengerjakannya

ataupun diberi waktu pengumpulan melalui email pengajar atau fasilitas pengumpulan tugas yang terdapat pada LMS.

Pada virtual education ini, antara murid satu dengan yang lainnya dapat berkomunikasi satu sama lain. Terdapat fasilitas pada beberapa LMS untuk dapat berinteraksi dengan murid lainnya, mungkin lewat forum, *chat*, email, ataupun *video conference* satu sama lain sehingga membentuk suatu ruang konferensi sendiri.

Dengan adanya konsep *virtual education*, maka suatu pengajaran tidak diharuskan melalui tatap muka. Evaluasi dari suatu pengajaran tidak harus dilakukan dengan ujian tertulis di ruang kelas, namun dapat menggunakan sistem ujian *online*. Kemudian dengan berkembangnya sistem penilaian, maka evaluasi bukanlah menjadi hambatan ketika menggunakan sistem pengajaran virtual.

2.1.1 E-Learning

E-learning merupakan suatu metode pembelajaran dimana menggunakan media elektronik untuk fasilitasnya. Biasanya *e-learning* dilakukan melalui komputer yang terhubung dengan internet atau dapat juga melalui intranet [2]. Elektronik dalam konteks ini dapat berarti macam-macam, tidak selalu sesuatu yang berhubungan dengan internet. Sebagai contoh materi yang diberikan bisa saja diberikan melalui buku digital atau *e-book*. Tidak selalu dalam bentuk tulisan, namun dapat juga diberikan dalam bentuk suara dan gambar.

2.1.2 Perkembangan Virtual Education

Perkembangan *virtual education* menjangkau hampir seluruh dunia. Bahkan ide dari *virtual education* sebagai metode pembelajaran jarak jauh telah ada sejak sebelum tahun 1990. Perkembangan *virtual education* sejalan dengan perkembangan internet dan infrastruktur di dalam negaranya.

Sebagai contoh di Amerika Serikat, *virtual education* berkembang luas seiring dengan berkembangnya *home schooling*. *Home schooling*, sebagai sebuah fenomena yang terus meningkat di Amerika Serikat telah membuat sebuah pasar baru untuk

perusahaan yang menyediakan atau bermaksud mengembangkan keuntungan dari teknologi informasi dan komunikasi. Virtual education dipilih sebagai program yang berada di paling atas karena infrastruktur yang mendukung dan memiliki pengaruh yang potensial pada pendidikan dasar dan menengah yang ditawarkan pada abad ke 21 [3].

2.2 Video Conference

Video conference adalah seperangkat teknologi komunikasi interaktif yang memungkinkan dua pihak atau lebih di lokasi yang berbeda dapat berinteraksi melalui pengiriman dua arah audio dan video secara bersamaan. *Video conference* pada dasarnya memungkinkan sekelompok individu di mana pun di seluruh dunia yang memiliki akses internet untuk mengadakan pertemuan secara simultan bersama-sama tanpa harus secara fisik bertemu satu sama lain dalam lokasi tertentu. Metode ini memungkinkan komunikasi audio dan video secara bersamaan dan berlangsung secara real-time.

Komunikasi *real-time* adalah suatu bentuk komunikasi dimana pengguna dapat bertukar informasi secara langsung seperti halnya berkomunikasi tatap muka, informasi yang diberikan dapat berupa audio, teks, ataupun video.

Teknologi inti yang digunakan pada *video conference* adalah kompresi digital aliran data audio dan video pada real time. Hardware atau software yang berfungsi untuk kompresi ini adalah codec (coder/decoder). Angka kompresi yang diperoleh dapat mencapai 1:500. Hasil dari aliran digital 1 dan 0 dibagi-bagi menjadi paket yang mempunyai label, kemudian ditransmisikan melalui jaringan digital (biasanya ISDN atau IP). Penggunaan dari modem audio pada jalur transmisi memungkinkan penggunaan POTS, atau Plain Old Telephone System, pada aplikasi kecepatan rendah, seperti videotelephony, karena mereka mengkonversi pulsa digital dari/ke gelombang analog dalam rentang spektrum audio.

Komponen lainnya yang dibutuhkan pada sistem *video conference*, diantaranya adalah:

- Video input: video camera atau webcam
- Video output: monitor, televisi, atau proyektor
- Audio input: mikropon
- Audio output: biasanya speaker yang diasosiasikan dengan peralatan display atau telepon
- Data transfer: jaringan telepon analog atau digital, LAN, atau internet

2.2.1 Tipe Video Conference

Video conference dapat dibagi menjadi dua tipe [4] yaitu *point-to-point* dan *multi-point*. *Point-to-point* adalah tipe *video conference* dimana berkomunikasi secara *real time*, pesertanya dapat berapa pun namun hanya terdapat pada dua tempat yang berbeda. Sedangkan *multi-point* adalah ketika konferensi itu terjadi secara *real time*, dan peserta konferensi di dalamnya terpisah dari tiga atau lebih tempat yang berbeda. Jenis *multi-point* ini dapat menghemat waktu dan biaya jika jarak yang ditempuh jauh.

Sistem *video conference* yang lain adalah:

- **Sistem Video Conference Terdedikasi**
Sistem yang terdedikasi ini terdiri dari beberapa komponen yang saling melengkapi menjadi satu kesatuan. Komponen-komponen ini memiliki tugas masing-masing. Seperti contoh pada sistem *video conference* terdedikasi sederhana, terdapat komponen visual (kamera), komponen audio, komponen jaringan (MCU, switch), dan lainnya.
- **Desktop Video Conference**
Untuk jenis ini digunakan komputer *workstation*. Semua jenis komputer *workstation* dapat dijadikan *desktop video conference*, apabila spesifikasi dari komputer tersebut dapat memenuhi. Selain *software* untuk *video conference*,

dibutuhkan pula kamera video, speaker, dan microphone untuk berbicara dan mendengarkan.

2.3 Protokol dan Kebutuhan Bandwidth pada Fitur Video Conference

2.3.1. Protokol pada Fitur Video Conference

Terdapat beberapa protokol yang digunakan untuk fitur video conference ini, diantaranya adalah sebagai berikut:

- SIP

SIP atau *Session Initiation Protocol* adalah protokol yang dikembangkan oleh IETF untuk protokol persinyalan dimana digunakan untuk mengontrol sebuah sesi komunikasi seperti komunikasi suara atau video melalui IP. SIP dapat digunakan untuk membangun, mengubah, ataupun mengakhiri sebuah sesi *unicast* atau *multicast*. Dalam sebuah sesi, memungkinkan terjadinya lebih dari satu jenis *stream*. SIP dapat berjalan pada TCP, UDP, atau STCP. Protokol SIP digunakan pada fitur *video conference* pada aplikasi BigBlueButton.

- RTMP

RTMP atau Real Time Message Protocol adalah protokol yang dikembangkan oleh Macromedia (sekarang dimiliki oleh Adobe) yang digunakan untuk streaming audio, video, dan data melalui internet, diantara flash player dan server. RTMP bekerja pada protokol TCP, dimana angka port nya adalah 1935. RTMP digunakan pada fitur *video conference* BigBlueButton, sehingga *user* yang melakukan *video conference* harus menggunakan *browser* yang memiliki *flash player* terbaru.

2.3.2. Kebutuhan Bandwidth

Ketika melakukan fitur *video conference*, terdapat minimal *bandwidth* agar percakapan dapat berjalan dengan maksimal. Untuk melakukan *video*

conference, baik ukuran 320x240 ataupun 640x480, bandwidth yang dibutuhkan sama yaitu sekitar 30-50 KBps per *streaming* [5].

Sedangkan untuk *server*, *bandwidth* yang dibutuhkan berdasarkan banyaknya peserta pada saat *video conference* berlangsung. Sebagai contoh terdapat sepuluh orang yang berada pada ruang *video conference*, kemudian untuk menghitungnya adalah sebagai berikut:

Dimisalkan:

- X = minimum *bandwidth* yang dibutuhkan 30-50 KBps, asumsi nilai tengah 40 KBps
- Z = banyaknya peserta yang melihat
- Y = banyaknya *webcam* yang mengikuti *streaming*

Untuk menghitungnya adalah sebagai berikut:

- *Bandwidth* yang masuk ke *server* = $X*Z$
- *Bandwidth* yang keluar dari *server* = $X*Y*(Z-1)$ (dikurangi satu karena peserta yang menyiarkan tidak perlu *subscribe stream* dirinya sendiri)

Jadi, jika terdapat sepuluh orang peserta dalam ruang *conference* dan terdapat sepuluh peserta pula yang mengikuti *streaming*, maka perhitungannya adalah:

- *bandwidth* masuk: = $40*10 = 400$ KBps *bandwidth* masuk yang dibutuhkan server
- *bandwidth* keluar = $10*(10-1)*40 = 3600$ KBps *bandwidth* yang keluar.

2.4 Quality of Service (QoS)

Quality of Service atau yang biasa disingkat dengan QoS merupakan suatu kemampuan dari suatu jaringan untuk menyediakan perlakuan yang berbeda dari tingkat *traffic* yang berbeda dan tipe aplikasi yang berbeda [6]. Diharapkan dengan

adanya QoS ini maka sumber dari jaringan tersebut akan memberikan suatu *traffic* yang lebih sensitif kerimbang memberikan suatu “*best-effort*” *traffic*. Parameter yang biasanya digunakan untuk mengukur QoS suatu jaringan adalah *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Aplikasi-aplikasi yang dijalankan di dalam suatu jaringan juga terdapat tingkatan QoS nya. Tingkatan QoS tersebut untuk menentukan aplikasi mana yang harus didahulukan, atau sangat memerlukan suatu jaminan QoS. Sebagai contoh *video conference* yang merupakan suatu komunikasi *real-time*, maka kelas QoS nya merupakan kelas yang paling tinggi, karena *delay*, *jitter*, dan *packet loss* nya diperlukan sekecil mungkin.



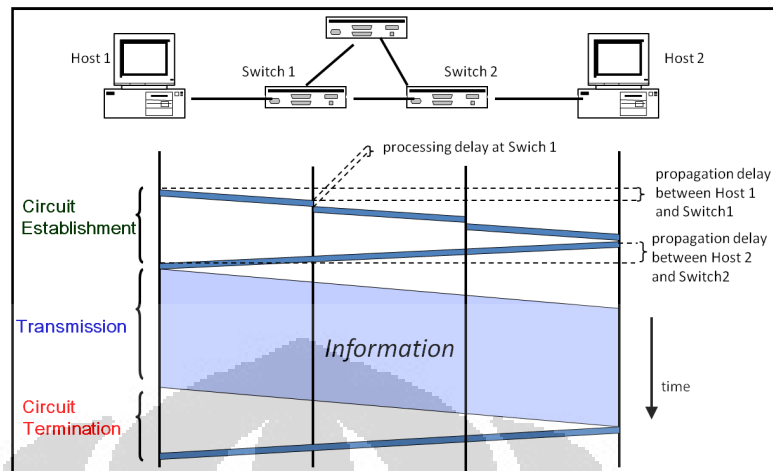
Gambar 2. 1 Ilustrasi Streaming dengan QoS dan Tanpa QoS [7]

2.4.1 Parameter QoS

Tingkat performa dari suatu jaringan ditentukan dari beberapa parameter. Performa jaringan akan dinilai semakin baik jika handal dan cepat dalam menyampaikan informasi. QoS memiliki beberapa parameter yang biasa digunakan (*delay*, *jitter*, dan *packet loss*) untuk menentukan keberhasilan dari jaringan tersebut, yaitu:

- *Delay*

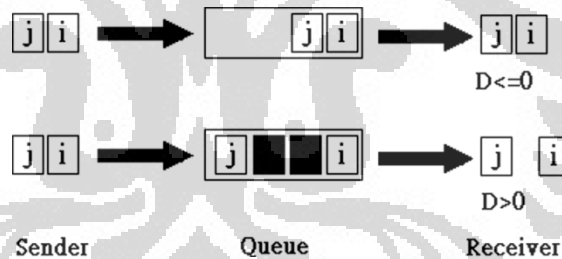
Delay adalah perbedaan waktu ketika mengirimkan paket dan waktu pada saat paket tersebut diterima. Singkatnya adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirim paket sampai ke tujuan. Semakin kecil nilai *delay* tentunya akan semakin baik. *Delay* ini dipengaruhi beberapa hal, bisa saja oleh jarak, media transmisi, waktu proses, beban paket yang dikirim, dll.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Delay pada Komunikasi [8]

- *Jitter*

Jitter adalah jeda waktu antara paket yang dikirim, atau variasi dari kedatangan paket yang disebabkan oleh variasi waktu dari panjang antrian tersebut. Variasi ini disebabkan oleh waktu pengumpulan data, dan juga waktu ketika pengumpulan ulang paket-paket yang dikirim.



Gambar 2. 3 Ilustrasi Jitter [9]

- *Packet Loss*

Packet loss adalah jumlah total packet yang terbuang, apakah itu tidak terkirim, hilang, atau karena sebab yang lain. Hal ini dapat terjadi juga karena *collision* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini akan memberi pengaruh terhadap aplikasi karena jaringan tersebut akan mencoba transmisi ulang paket yang tidak terkirim tersebut sehingga akan mengurangi jumlah *bandwidth*.

- *Throughput*

Throughput adalah besar data yang berhasil dikirimkan melalui *channel* dalam satuan waktu (biasanya detik). Berbeda dengan *bandwidth* yang merupakan besar kanal yang dapat dilewati oleh paket dalam satuan waktu, *throughput* adalah besar paket yang berhasil melewati kanal tersebut dalam satuan waktu.

2.4.2 Standar QoS Menurut Y.1541

Standar QoS dibutuhkan karena setiap aplikasi memiliki kebutuhan *traffic* yang berbeda-beda. Karena adanya perbedaan itu maka dibuatlah suatu standar untuk menentukan keberhasilan dari aplikasi tersebut pada suatu jaringan. Walaupun dibuat suatu standar, namun standar itu berbeda-beda dari setiap organisasi. Pada sub bab ini akan dibahas standar yang berdasarkan ITU.

Dari standar yang diberikan ITU, maka standar yang memanyungi *Quality of Service* dan parameter peforma dari suatu jaringan adalah standar Y.1500-Y.1599. Standar yang lebih berhubungan dengan parameter, peforma, dan QoS pada transfer paket IP adalah standar Y.1540 dan Y.1541.

Y.1540 adalah rekomendasi yang mendefinisikan peforma parameter yang dasat untuk mengevaluasi peforma jaringan untuk jaringan IP [10]. Spesifikasi dari parameter yang standar biasanya digunakan untuk mengevaluasi, mengukur, dan membandingkan peforma QoS dari jaringan tersebut. Parameter peforma dari rekomendasi Y.1540 adalah:

- IPTD

IPTD menghitung nilai delay dari servis *end-to-end*, dan termasuk kontribusi dari beberapa sumber lainnya. Nilai total dari IPTD nanti adalah jumlah total dari semua kontribusi *delay* yang ada.

- IPDV

IPDV menghitung variasi delay pada *end-to-end* diantara minimum dan maksimum.

- IPLR

IPLR menghitung rasio paket yang hilang ketika ditransmisikan, termasuk paket yang hilang akibat dari kemacetan jaringan, dan *packet loss* yang disebabkan karena terlambatnya paket datang pada saat *jitter buffers*.

- IPER

IPER menghitung paket yang berhasil dikirimkan tanpa menghitung paket yang salah.

Terdapat beberapa standar yang lain, namun yang biasanya digunakan adalah empat ini.

Y.1541 adalah rekomendasi yang lebih spesifik dari Y.1540. Pada Y.1541 lebih spesifik terhadap performa *end-to-end* dari *network interface* [11] yang berdasarkan parameter dari Y.1540. Pada rekomendasi Y.1541 juga didefinisikan kelas-kelas dari QoS yang berdasarkan servis yang diberikan oleh aplikasi pada suatu jaringan tersebut. Pada kelas-kelas ini akan dibedakan dari yang seharusnya memiliki batas *delay*, *packet loss*, dan *jitter* tertentu sampai yang tidak memperdulikan besar dari parameter tersebut (*best effort*).

Tabel 2.1 Definisi Kelas IP QoS dan Kinerja Jaringan secara Objektif [12]

QoS Classes							
Parameter Peforma Jaringan	Dasar Objektif Kinerja Jaringan	Class 0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5
IPTD	Batas atas IPTD	100ms	400ms	100ms	400ms	1s	U
IPDV	Batas atas dari kuartil 10^{-3} dari nilai IPTD minus nilai minimum IPTD	50 ms	50 ms	U	U	U	U
IPLR	Batas atas kemungkinan <i>packet loss</i>	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	U
IPER	Batas atas	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	U

Ket: U = tidak didefinisikan

Class yang ditunjukkan pada tabel di atas dibedakan berdasarkan tipe dari aplikasi yang berjalan di internet. Semakin tinggi nilai dari “*class*” maka aplikasi tersebut semakin tidak terlalu mementingkan nilai dari parameter performa jaringan, karena seperti yang dijelaskan pada tabel di atas untuk aplikasi *class* 5, dari semua parameter tidak ada nilai yang didefinisikan. Pada Tabel 2.2 dipaparkan penggolongan jenis aplikasi.

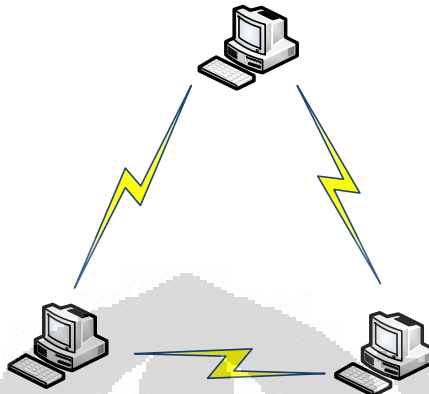
Tabel 2.2 Kelas IP QoS [12]

Kelas QoS	Aplikasi	Mekanisme Node	Teknik Jaringan
0 1	<i>Real-time</i> , sensitif terhadap <i>Jitter</i> , interaksi penuh (VoIP, <i>video teleconference</i>)	Adanya pemisahan antrian paket melalui perbedaan servis, pengaturan trafik	<i>Routing</i> dan jarak telah diatur
			Jarak dan <i>routing</i> lebih tidak diatur
2 3	Transaksi data, data interaktif (cth. Persinyalan)	Pemisahan antrian paket, menurunkan prioritas	<i>Routing</i> dan jarak telah diatur
	Transaksi data, interaktif		Jarak dan <i>routing</i> lebih tidak diatur
4	Aplikasi dengan nilai <i>loss</i> rendah (transaksi singkat, video streaming)	Antrian paket yang panjang, penurunan prioritas	Rute atau jalur manapun
5	Aplikasi dasar dari <i>default</i> jaringan IP	Pemisahan antrian (prioritas paling rendah)	Rute atau jalur manapun

2.5 Wireless Local Area Network (WLAN)

Local Area Network (LAN) adalah sebuah jaringan yang terdiri dari sekumpulan perangkat-perangkat jaringan yang terhubung satu sama lainnya. *Wireless Local Area Network* (*Wireless* LAN atau WLAN) adalah sebuah jaringan yang perangkat di dalam jaringan tersebut terhubung satu sama lain dengan gelombang radio sebagai media transmisi nya.

2.5.1. Mode Ad hoc

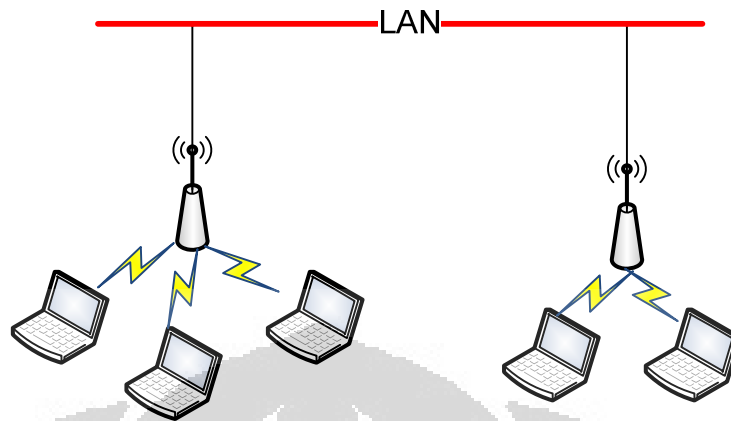


Gambar 2. 4 Topologi Jaringan Ad hoc

Mode *ad hoc* atau disebut juga dengan mode *peer to peer*, dimana topologi dari jaringan ini adalah semua komputer ataupun workstation terhubung satu sama lainnya terkoneksi dengan *wireless NIC card*, kemudian terkoneksi satu sama lainnya melalui gelombang radio tanpa menggunakan *access point*. Mode *ad hoc* merupakan metode yang cepat untuk diaplikasikan dan biasanya digunakan untuk skala kecil, seperti di ruang rapat, atau tempat lain dimana jaringan kabel susah terakses.

2.5.2. Mode Infrastruktur

Pada mode infrastruktur, semua perangkat yang ada di dalam jaringan ini terhubung ke *access point* ataupun *wireless router*, dimana fungsi dari *access point* ataupun *wireless router* ini adalah sebagai penyedia koneksi dengan menggunakan frekuensi radio *wireless*.



Gambar 2. 5 Contoh Topologi Mode Infrastruktur

Mode infrastruktur memiliki jangkauan yang lebih luas dan perangkat yang terhubung lebih banyak dibandingkan *ad hoc*, oleh karena itu mode pembangunan dari infrastruktur jaringan ini juga lebih kompleks dibandingkan dengan *ad hoc*. Kompleksitas dari mode ini disebabkan penggunaan devais perantara yang dapat dihubungkan dengan jaringan *wireless* atau kabel lainnya di area tersebut.

2.5.3. Komponen WLAN

a. Access Point dan Wireless Router

Pada jaringan WLAN, *access point* (AP) dan *wireless router* (WP) digunakan untuk memperluas jangkauan transmisi untuk mengirim dan menerima data dari koneksi kabel LAN atau modem USB yang terhubung dengan AP atau WP tersebut. Selain untuk meningkatkan jangkauan efektivitas dari jaringan WLAN ini, pada beberapa vendor AP atau WP dilengkapi dengan *network management* dan fitur keamanan.

Tingkat peforma dari AP dan WP tergantung dari vendor dan tipe nya. Untuk saat ini AP dan WP terbaik yang beredar di pasaran adalah 802.11n, dimana jangkauannya dapat mencapai 250 m dan bandwidth nya mencapai 540 Mbps. Semakin banyak *user* yang terhubung dengan AP atau WP pada satu jaringan, maka kecepatan yang didapat pun semakin berkurang, sesuai dengan jumlah *user* yang terkoneksi.

b. PCI Wireless Adapter Card

PCI wireless adapter card adalah ekstensi yang terdapat pada laptop ataupun *PC desktop* untuk dapat terkoneksi dengan jaringan wireless. *Wireless adapter card* dapat membuat jaringan *ad hoc*, dimana di dalamnya terdapat 3-8 perangkat yang terhubung.

c. Laptop/ Desktop PC

Digunakan sebagai perangkat akses untuk *end-user*, sehingga pengguna dapat menggunakan jaringan WLAN tersebut. Pada laptop, di dalamnya biasanya sudah terdapat *wireless adapter card*. Namun jika menggunakan desktop PC, biasanya membutuhkan *interface* tambahan seperti *PCI card* atau USB.

d. Antena

Antena adalah bagian dari sistem transmisi dan penerima yang didesain untuk menerima gelombang elektromagnetik yang berada di udara. Untuk WLAN, antena digunakan untuk mentransmisikan data-data dan memperluas jangkauan dari jaringan tersebut. Antena biasanya terdapat pada *access point*.

2.6 Wireless Fidelity (Wi-Fi)

Wireless Fidelity atau yang biasanya disebut dengan Wi-Fi adalah salah satu mekanisme untuk menghubungkan perangkat elektronik dengan gelombang radio tidak menggunakan kabel. Perangkat-perangkat yang memiliki lambang tulisan Wi-Fi seperti pada gambar 2.6, dapat menggunakan perangkat tersebut untuk menggunakan Wi-Fi *hotspot* dimana pemancar dari Wi-Fi pada perangkat yang kita miliki akan mendeteksi jika ada *hotspot* kemudian akan terkoneksi secara otomatis jika jaringan tersebut tidak memiliki kata kunci.



Gambar 2. 6 Lambang dari Wi-Fi

Komunikasi antar perangkat yang Wi-Fi memperpanjang bentuk dari gelombang radio yang biasanya digunakan oleh telepon genggam, kemudian mengirimkannya dan diterima dalam bentuk gelombang radio kemudian diubah menjadi bentuk biner 1 dan 0.

Spesifikasi dari Wi-Fi telah ditentukan oleh IEEE. Sehingga walaupun diproduksi dari perusahaan yang berbeda, perangkat-perangkat Wi-Fi tersebut tetap dapat berkomunikasi satu sama lain. IEEE menetapkan standar untuk komunikasi untuk jaringan nirkabel yaitu 802.11. Standar 802.11 ini memiliki empat spesifikasi sampai saat ini, yaitu 802.11a, 802.11b, 802.11g, dan 802.11n. Setiap spesifikasi tersebut memiliki perbedaan, seperti yang dijelaskan oleh tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi dari Tipe Wi-Fi [13]

	Frekuensi	Jangkauan (Bisa mencapai)	Kecepatan
802.11a	5 GHz	45.7 m	54 Mbps
802.11b	2.4 GHz	91 m	11 Mbps
802.11g	2.4 GHz	91 m	54 Mbps
802.11n	2.4 GHz dan 5 GHz	250 m	540 Mbps

2.7 Mean Opinion Score (MOS)

Pada komunikasi suara dan video, kualitas dari komunikasi tersebut biasanya berdasarkan pengalaman *user* ketika menggunakannya, dan yang sering terdengar hanya baik atau buruk. Namun terdapat sebuah metode numerikal yang memberikan kualitas dari komunikasi audio dan video tersebut, metode inilah yang dinamakan Mean Opinion Score (MOS). MOS dapat memberikan suatu perspektif kualitas suatu komunikasi audio atau video dari sisi *user* ketika menerima layanan setelah dikompresi dan/atau saat transmisi. Prosedur dari MOS ini ditentukan dari standar rekomendasi ITU-T P.800.

Metode yang biasanya digunakan untuk tes terdapat dua jenis, yaitu:

1. *Conversation-opinion test*
2. *Listening-opinion test*

Kualitas yang diberikan oleh *user* terdapat lima pilihan, seperti yang ditentukan oleh standar ITU-T seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Rekomendasi ITU-T P.800 untuk Nilai Kualitas Komunikasi Audio dan Video dengan MOS

MOS	Kualitas
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup
2	Buruk
1	Sangat Buruk

Percobaan yang dilakukan menggunakan lebih dari dua *user*, kemudian nilai dari yang didapatkan dari *user* tersebut dicari nilai rata-ratanya kemudian nilai rata-rata itulah yang menjadi kualitas untuk komunikasi tersebut.

BAB 3

PERANCANGAN SISTEM VIRTUAL EDUCATION BERBASIS OPEN SOURCE SOFTWARE

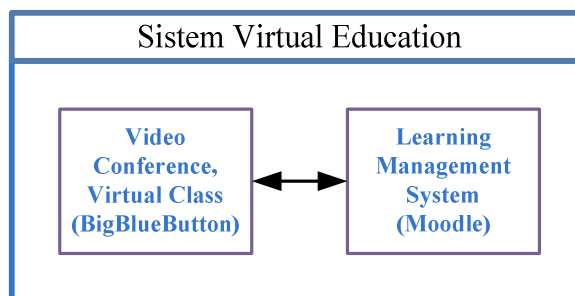
3.1 Diagram Perancangan dan Konsep Implementasi Sistem Virtual Education

3.1.1 Konsep Dasar Implementasi Sistem Virtual Education

Pada skripsi ini akan membahas mengenai perancangan dari *Virtual Education* ini. *Virtual education* dibuat untuk pengajaran jarak jauh, sehingga pengajar dan murid tidak harus bertatap muka secara langsung di dalam kelas dan walaupun terpisah tempat dan waktu kegiatan belajar mengajar tetap dapat dilaksanakan. *Virtual education* ini berbasis *web*, sehingga ketika memiliki akses *internet* dapat digunakan kapan saja. Fitur yang disediakan oleh sistem ini adalah:

- *Video conference*, sehingga pengajar dan murid dapat berinteraksi satu sama lain walaupun berbeda tempat dan dapat melakukan kegiatan belajar mengajar seperti berbagi tampilan *desktop*, presentasi, ataupun menulis pada papan tulis.
- LMS (*Learning Management System*), memberikan fitur seperti mengunggah tugas, mengunduh materi, pengajar membuka suatu topik diskusi, memberikan nilai, membuat tugas, dan kegiatan belajar mengajar lainnya.

Virtual education ini dibuat dengan mengintegrasikan beberapa *open source software*. *Software* ini memiliki fungsi yang sesuai dengan fitur pada sistem *virtual education* ini. Program yang digunakan pada *virtual education* ini adalah BigBlueButton dan Moodle.



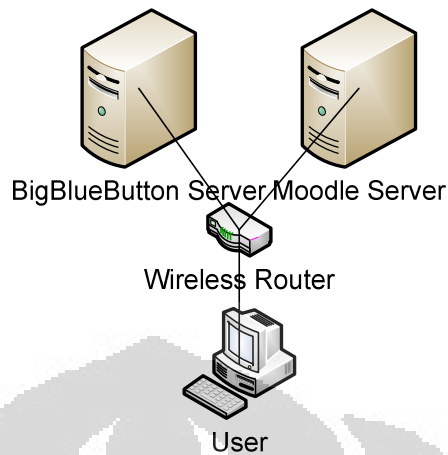
Gambar 3. 1 Sistem *Virtual Education* dengan Mengintegrasikan *Open Source Software*

Pada sistem ini, terdapat tiga jenis *user* yang terdaftar, sehingga apabila belum terdaftar maka belum bisa menggunakan sistem ini secara keseluruhan, ketiga *user* itu adalah:

- Administrator, seseorang yang terdaftar sebagai administrator kuasa yang paling tinggi dalam sistem. Administrator dapat mengatur semua fitur yang terdapat pada sistem ini, seperti menambah *user*, dan menentukan *role* dari *user* tersebut.
- Pengajar, seorang pengajar memiliki kuasa untuk membuat suatu ruang konferensi bahkan bisa sebagai moderator, membuat topik diskusi, membuat tugas, membuat kuis, memberi nilai, memantau diskusi yang dilakukan oleh murid, mengunggah video materi pembelajaran, dan memberikan materi pelajaran.
- Murid, seorang murid memiliki kuasa untuk mengikuti diskusi, mengumpulkan tugas, mengikuti kuis, mengunduh materi, menonton materi yang telah diunggah oleh pengajar.

3.1.2 Arsitektur Perancangan Virtual Education

Untuk perancangan awal dari Virtual Education ini akan dicoba pada jaringan WLAN, dengan menggunakan 802.11n sebagai *access point* nya. Perancangan ini dibuat pada jaringan 802.11n karena ingin mencoba sistem ini di dalam jaringan yang memiliki *bandwidth* yang besar sehingga kualitas terbaik dari *video conference* sistem ini dapat terlihat dengan jelas.



Gambar 3. 2 Arsitektur Virtual Education

Pada sistem *virtual education* ini menggunakan dua *web server* yaitu LiteSpeed dan Nginx. Penggunaan dua server ini dikarenakan untuk menghindari *overload* jika hanya menggunakan satu *server* dan alasan lainnya dikarenakan menurut instruksi penginstalan BigBlueButton menggunakan Nginx sebagai *web server*-nya.



Gambar 3. 3 Arsitektur untuk Fitur Video Conference

Gambar di atas menjelaskan proses yang terjadi ketika permintaan untuk *video conference* dilakukan. Penjelasan yang terjadi adalah:

- *Client* me-request halaman web untuk *video conference* dimana kemudian server akan memberikan balasan berupa halaman dari HTML untuk *video conference*.
- *Client* me-request untuk *video conference*, maka *web server* akan membawa permintaan tersebut ke aplikasi BigBlueButton, kemudian *web*

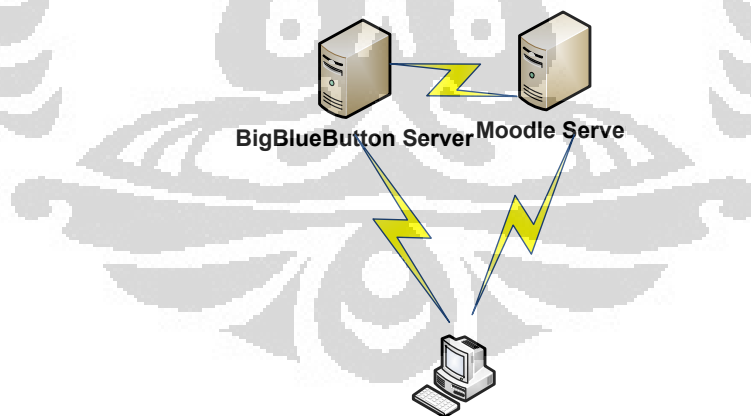
server menerima balasan dari BigBlueButton, kemudian balasannya akan diteruskan *web server* menuju *client*.

3.2 Skenario Uji Coba

Pada skripsi ini akan dilakukan uji coba pada sistem untuk mendapatkan nilai QoS di fitur *video conference*. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai QoS. Pengujian akan dilakukan pada dua skenario, yaitu pada jaringan lokal untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan sesuai dengan kebutuhan minimum yang telah disebutkan. Kemudian skenario kedua adalah pengujian pada kondisi real ketika *user* mengakses fitur *video conference* dengan internet yang kemudian mempergunakan perangkat 802.11n.

3.2.1 Skenario pada Jaringan Lokal

Pada skenario ini, *user* akan mengakses sistem pada jaringan lokal, dimana menggunakan topologi *ad hoc*. Server bigbluebutton, moodle, dan *user* akan berada pada satu jaringan ip *private* yang sama. Kemudian nilai QoS akan didapatkan dengan menggunakan wireshark dan akan didapatkan grafik dan nilai QoS nya.

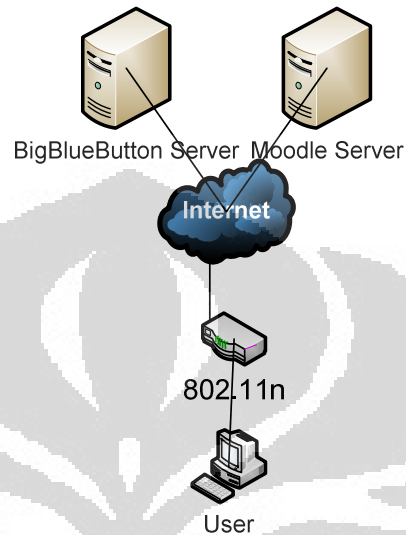


Gambar 3. 4 Skenario Uji Coba pada Jaringan Lokal

3.2.2 Skenario pada Kondisi Real

Pada skenario ini *user* akan mencoba mengakses menggunakan jaringan WLAN yang terdapat pada Universitas Indonesia. Dikatakan kondisi real, karena *user*

harus mengakses melalui internet, BigBlueButton *server* di-assign dengan ip *public* dan moodle tidak lagi di *hosting* pada localhost.



Gambar 3. 5 Skenario Uji Coba pada Kondisi Real

3.3 Software Pendukung

Software pendukung ini digunakan untuk mendukung sistem *virtual education* dan ketika melakukan pengambilan data untuk analisa.

3.3.1 Ubuntu 10.04 LTE

Ubuntu adalah sebuah sistem operasi *free* dan *open source* yang merupakan turunan dari sistem operasi Debian. Ubuntu terdapat dua jenis yaitu untuk PC dan ada juga versi untuk *server*. Nama Ubuntu berasal dari bahasa Zulu dan Xhosa di Afrika yang berarti “*humanity to others*”, oleh karena itu slogan Ubuntu adalah “Linux for human beings”. [14] Lisensi Ubuntu adalah GNU GPL (GNU *General Public License*), sehingga memungkinkan *user* untuk menjalankan, mengkopii, menyebarkan, mempelajari, mengubah, mengembangkan ataupun meningkatkan sistem operasi ini.

Kelebihan penggunaan Ubuntu jika dibandingkan dengan Microsoft Windows adalah:

- Gratis, sehingga tidak perlu membayar untuk menggunakannya.
- *Multi desktop environment*, pada Windows hanya memiliki satu *desktop manager*.
- Tidak ada virus, karena kernel dari Ubuntu terus diperbaiki, bahkan hampir setiap enam bulan sekali *diupdate*.

3.3.2 Windows 7

Microsoft windows 7 merupakan sistem operasi yang dikeluarkan oleh Microsoft pada tahun 2009 dimana digunakan untuk *personal computer*, dimana termasuk didalamnya untuk rumah, bisnis, atau laptop, *notebook*, *tablet PC*, dan *media centre PC*. Windows 7 merupakan salah satu sistem operasi dari Microsoft yang sukses dipasaran dimana sistem operasi sebelumnya –Windows Vista– mendapat sambutan yang kurang positif dari masyarakat. Terdapat dua jenis Windows 7, yaitu untuk 32-bit dan 64-bit.

3.3.3 Moodle 2.0.9+

Moodle adalah sebuah *open source Learning Management System (LMS)* yang berbasis web. Moodle dapat digunakan secara bebas seperti *open source software* lainnya dan berada di bawah GNU Public License. Moodle dapat berjalan pada semua komputer yang mendukung PHP dan SQL.

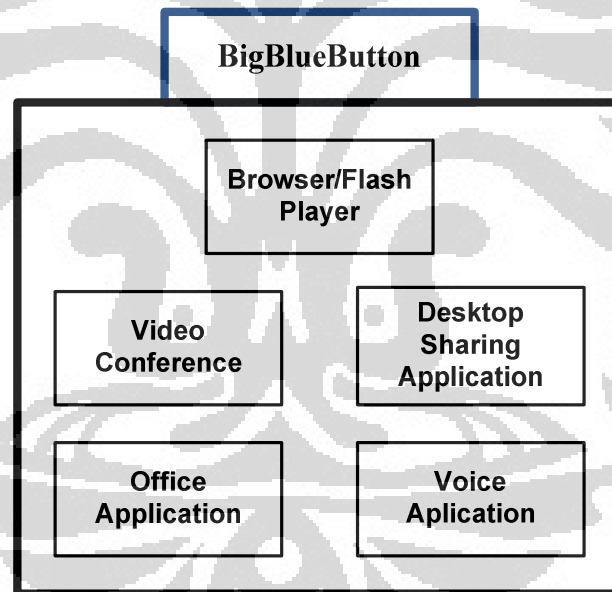
Moodle sendiri merupakan akronim dari “Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment”, biasa digunakan untuk programmer atau orang yang bergerak pada bidang pendidikan.

3.3.4 BigBlueButton 0.80 Beta

BigBlueButton merupakan sebuah *open source* yang digunakan untuk sistem *video conference* yang dikembangkan untuk pembelajaran jarak jauh. BigBlueButton memfokuskan pada kegunaan, modularitas, dan desain GUI yang bersih, untuk *user*

dan *developer* [15]. BigBlueButton memiliki fitur yang mendukung aktivitas pengajaran tatap muka jarak jauh, seperti video conference yang mendukung berbagi tampilan *desktop*, menampilkan presentasi, papan tulis, *chat public* atau *private*, mendukung membuka Microsoft Office dengan adanya OpenOffice, dan VoIP yang terintegrasi.

Ketika menggunakan BigBlueButton seorang pengguna dapat ikut serta pada *video conference*, kemudian berbagi webcam, mengangkat tangan, dan *chat* dengan peserta lainnya. Pada *conference* ini terdapat moderator, dimana dapat mematikan atau menyalakan suara dari peserta lain, atau menolak pengguna dari sesi *conference* tertentu, dan menentukan presenter saat sesi tersebut. Presenter bisa mengunggah dan mengontrol slide presentasi.



Gambar 3. 6 Fitur pada BigBlueButton

BigBlueButton menggunakan dua aplikasi yang digunakan untuk *server* video dan suara. Untuk video, BigBlueButton menggunakan Red5, sebuah implementasi dari Java yang berfungsi untuk *server* flash media berbasis protokol RTMP dan AMF. Red5 ini memiliki fungsi untuk streaming video ke Flash *client* dan merekam hasil dari streaming yang dilakukan. Sedangkan untuk suara, BigBlueButton

menggunakan FreeSWITCH yaitu *open source* untuk komunikasi suara dimana berjalan pada *operating system* Windows, Linux, Mac OS X, *BSD, dan UNIX.

3.3.5 LiteSpeed

LiteSpeed adalah salah satu *web server* yang dikembangkan oleh LiteSpeed Technology di Amerika Serikat, dimana perusahaan ini mendedikasikan pada teknologi perangkat lunak yang dapat memberikan konten internet yang lebih cepat dan memperkecil pengeluaran infrastruktur untuk *web site* yang besar, *datacenter*, dan *service provider*. Seperti *web server* lainnya, LiteSpeed memberikan fitur seperti PHP, MySQL, Ruby, mendukung IPv6, dan kompatibel untuk .htaccess Apache.

LiteSpeed merupakan *web server* dengan kapabilitas yang tinggi. LiteSpeed dapat bekerja dengan web hosting control seperti di cPanel dan DirectAdmin. LiteSpeed dapat meningkatkan kinerja dari PHP dan keamanan dengan meningkatkan kapasitas *server* [16]. Bahkan menurut benchmark dari LiteSpeed, LiteSpeed bekerja enam kali lebih cepat dan performa PHP meningkat lima puluh persen dibandingkan Apache[17].

3.3.6 Nginx

Nginx (“engine X”) adalah sebuah *open source web server* dan *reverse proxy* untuk protokol HTTP, SMTP, POP3, dan IMAP. Nginx dikembangkan oleh Igor Sysoev seorang berkebangsaan Rusia pada tahun 2002, kemudian diluncurkan pada tahun 2004. Nginx berada dibawah lisensi BSD-like dan berjalan pada sistem operasi Unix, Linux, varian BSD, Microsoft Windows, Mac OS X, Solaris, dan AIX. Nginx memiliki kelebihan di dalam performansi yang tinggi, stabil, konfigurasi yang mudah, kaya akan fitur, dan konsumsi memori yang kecil

Nginx memberikan pengiriman konten statis secara cepat dengan penggunaan sumber daya secara efisien. Nginx menggunakan pendekatan *asynchronous event-driven* untuk mengendalikan *request* dimana menyediakan performa yang lebih dapat diprediksi ketika dibawah beban, hal ini sangat berbeda dengan model server Apache

yang menggunakan pendekatan *thread* atau *process-oriented* untuk mengendalikan *request* [18].

3.3.7 Wireshark

Wireshark merupakan salah satu perangkat lunak *Network Protocol Analyzer* yang *open source* dan gratis dibawah lisensi GNU *General Public License*. Wireshark banyak digunakan para *network analyzer* untuk memantau jaringannya. Wireshark dapat dijalankan pada sistem operasi Linux ataupun Microsoft Windows. Wireshark digunakan untuk melihat paket-paket yang lewat pada jaringan. Dari paket-paket yang keluar masuk tersebut kemudian didapatkan jenis protokol dari tiap paket-paket yang hilir mudik. Wireshark juga memiliki kelebihan menyaring protokol apa yang ingin dilihat. Kemampuan Wireshark untuk menyaring protokol-protokol tersebut dapat dijadikan bahan analisa untuk jaringan tersebut.

BAB 4

IMPLEMENTASI SISTEM DAN ANALISA QoS PADA FITUR VIDEO CONFERENCE

4.1 Implementasi Sistem

4.1.1. Hardware dan Software Sistem

Virtual education ini merupakan suatu sistem yang berbasis web. Sistem ini memiliki beberapa *open source software* yang diintegrasikan menjadi sebuah sistem. Untuk mengimplementasikan sistem ini, diperlukan *hardware* untuk mendukung kinerja dari keseluruhan sistem ini:

1. Satu buah laptop yang digunakan sebagai *BigBlueButton server*, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Processor: Intel® Core™2 Duo Processor T7700

RAM: 2GB DDR2

Hard Disk: 320GB

Sistem Operasi: Ubuntu 10.04 LTS

2. Satu buah *server* yang digunakan sebagai *webserver*, dimana spesifikasinya sebagai berikut:

Processor: Intel® Pentium® Xeon E5645

RAM: 16GB DDR2

3. Perangkat 802.11n yang digunakan sebagai *Wireless Router*, untuk memperluas jangkauan transmisi data, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tipe Wireless Router : TP-Link MR3020

Standar : IEEE 802.11b/g/n

Untuk client, maka beberapa hal yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

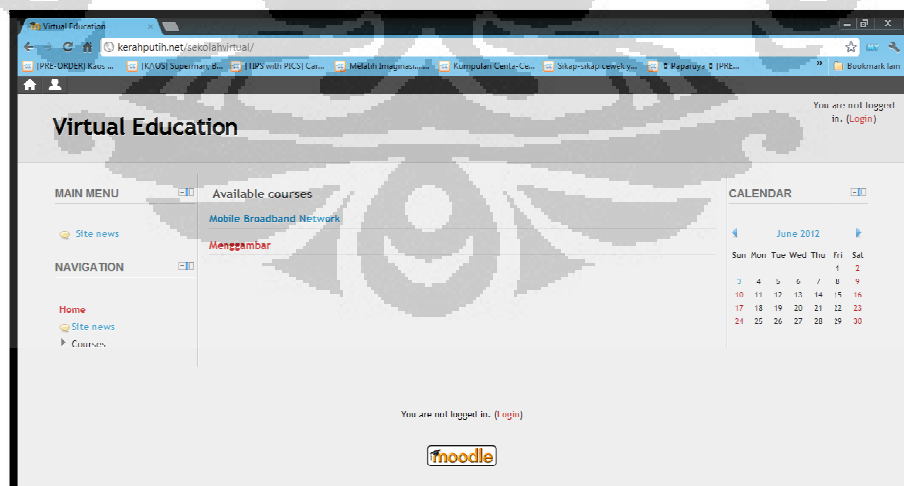
1. *Browser* yang mendukung dengan versi minimum dari Adobe Flash Pluggin 10.
2. *Webcam* dan *microphone*.

Untuk versi *software* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Ubuntu 10.04.4 Desktop LTS
2. Windows 7
3. BigBlueButton 0.8 Beta
4. Moodle 2.0.9+
5. Wireshark 1.6.4
6. LiteSpeed Web Server
7. Nginx 1.1.11

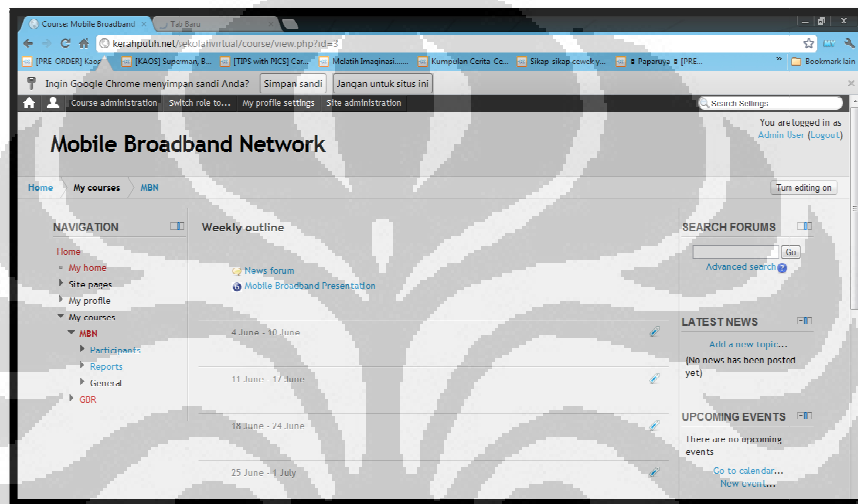
4.1.2. Hasil Implementasi Sistem

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, sistem ini terdiri dari dua bagian, yaitu sistem *virtual class* dan *class management system*. Untuk implementasi dari sistem manajemen kelas, maka aplikasi Moodle di-hosting ke *webserver* yaitu LiteSpeed Web Server. Alamat *website* untuk dapat mengaksesnya adalah, <http://kerahputih.net/sekolahvirtual/>. Halaman utama dari *website* sistem manajemen kelas dari sistem *virtual education* adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Halaman Utama *Website* Sistem Virtual Education

Kemudian murid akan masuk dengan *user* name dan password masing-masing untuk dapat mengakses mata pelajaran yang dituju. Untuk melakukan kelas *virtual class*, terdapat pilihan pada halaman utama mata pelajaran tersebut. Kelas ini dibuat oleh *user* yang memiliki *role* “*admin*” ataupun “*teacher*”. *Virtual class* ini dapat diatur kapan *user* dapat mengakses nya, apakah setiap saat dapat diakses ataupun hanya pada waktu tertentu. Gambar di bawah ini adalah contoh halaman utama pada suatu mata pelajaran dan pilihan untuk memasuki *virtual class*.



Gambar 4. 2 Halaman Utama Mata Pelajaran

Setelah memilih pilihan *virtual class* yang dibuka, maka tampilan berikutnya adalah sebagai berikut. Bagian tengah adalah tempat untuk meng-*upload* presentasi kemudian dapat dilihat oleh peserta kelas. Sedangkan untuk fitur *video conference* dapat dilihat pada sisi pojok kiri bawah.



Gambar 4. 3 Contoh Video Conference Ketika Diperbesar

4.2 Analisa Nilai QoS pada Video Conference

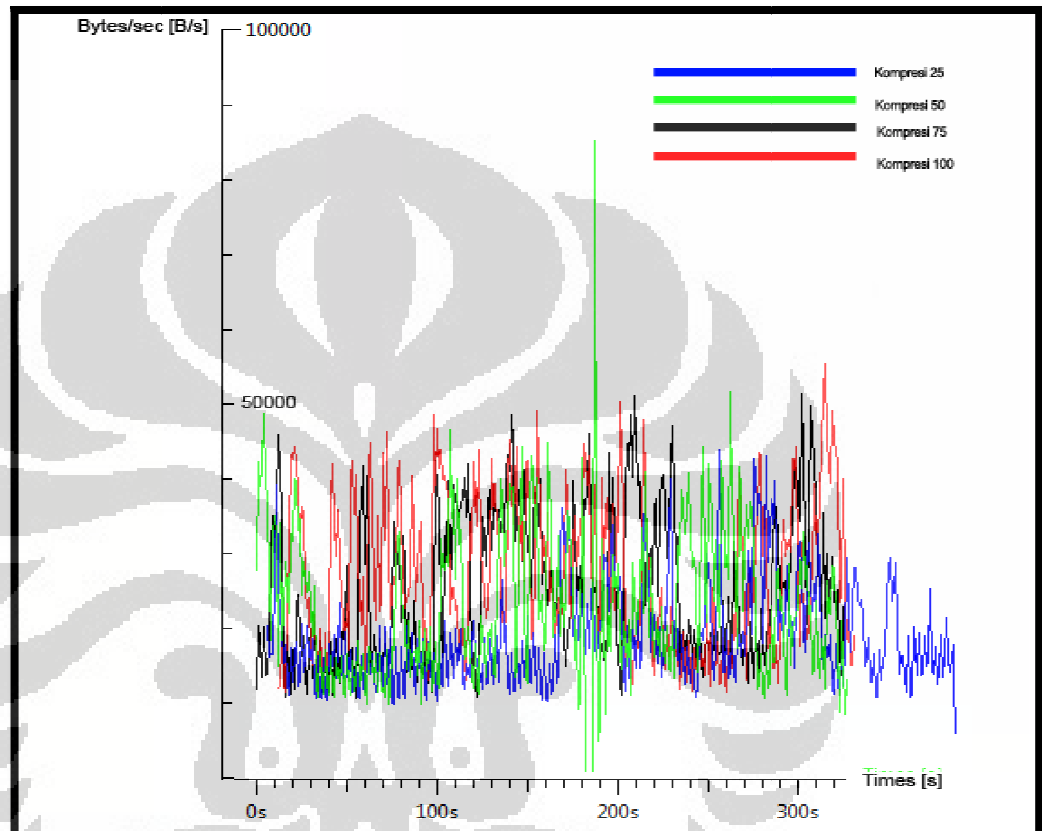
Analisa nilai QoS ini berdasarkan data yang diambil dari dua jenis skenario, yaitu pada jaringan lokal dan pada kondisi real. Hal ini dimaksudkan agar didapatkan nilai yang sebenarnya ketika video conference dilakukan pada jaringan yang tidak ada beban (jaringan lokal) dan jaringan yang memiliki beban sebenarnya (kondisi real).

4.2.1 Nilai QoS pada Jaringan Lokal

Uji coba ini dilakukan agar didapatkan nilai data dimana *user* mencoba ketika menggunakan yang tingkat *traffic* nya tidak tinggi dan bandwidth yang lebih besar. Ketika melakukan pengambilan data, fitur pada *virtual education* yang digunakan hanya *video conference*, fitur lain seperti *desktop sharing*, *chat*, atau *slide presentation* tidak digunakan karena dikhawatirkan akan mengganggu hasil dari pengambilan data. Berikut adalah hasil dari pengambilan throughput, packet loss, dan RTT pada jaringan lokal.

a. Throughput

Pada bagian ini akan terdapat gambar hasil pengambilan data dari *throughput*. Pengujian data menggunakan variabel kontrol kualitas dari gambar video, dimana nilai yang diambil adalah 25, 50, 70, dan 100.



Gambar 4. 4 Grafik *Throughput* Lokal pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100

Berdasarkan dari grafik uji coba, maka dapat terlihat bahwa throughput dari setiap kompresi dapat dikatakan stabil. Hal ini dapat terlihat dari setiap grafik, pelonjakan yang terjadi pada setiap kompresi tidak terlalu banyak, mayoritas paket berada pada satu garis lurus. Tabel di bawah adalah nilai rata-rata throughput pada setiap kompresi dimana didapatkan dengan pilihan *summary* pada wireshark.

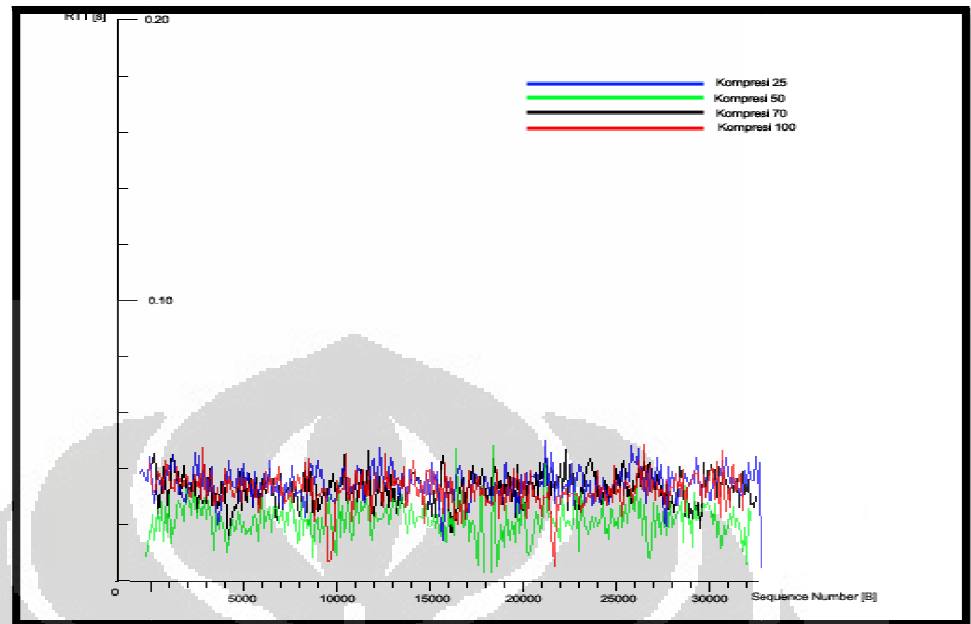
Tabel 4.1 Nilai Rata-rata *Throughput* pada Tiap Kompresi di Jaringan Lokal

Kompresi	Throughput
25	41,1 KBps
50	43,0 KBps
70	52,3 KBps
100	54,9 KBps

Dari nilai di atas dapat diambil kesimpulan bahwa ketika video semakin tidak dikompresi, maka nilai *throughput* rata-rata nya semakin tinggi. Terlihat pada saat nilai kompresi 100 dimana berarti tidak terjadi kompresi pada video, memiliki nilai *throughput* yang paling tinggi. Ketika video dikompresi dengan nilai 25 dimana berarti pada percobaan ini merupakan kualitas video yang paling rendah, memiliki *throughput* rata-rata paling kecil.

b. Round Trip Time Delay (RTT)

Berikut ini adalah hasil grafik dari RTT dimana data diambil dari sisi *client*. Seperti pada *throughput*, variabel kontrol sebagai pembeda data adalah nilai kompresi dari kualitas video.

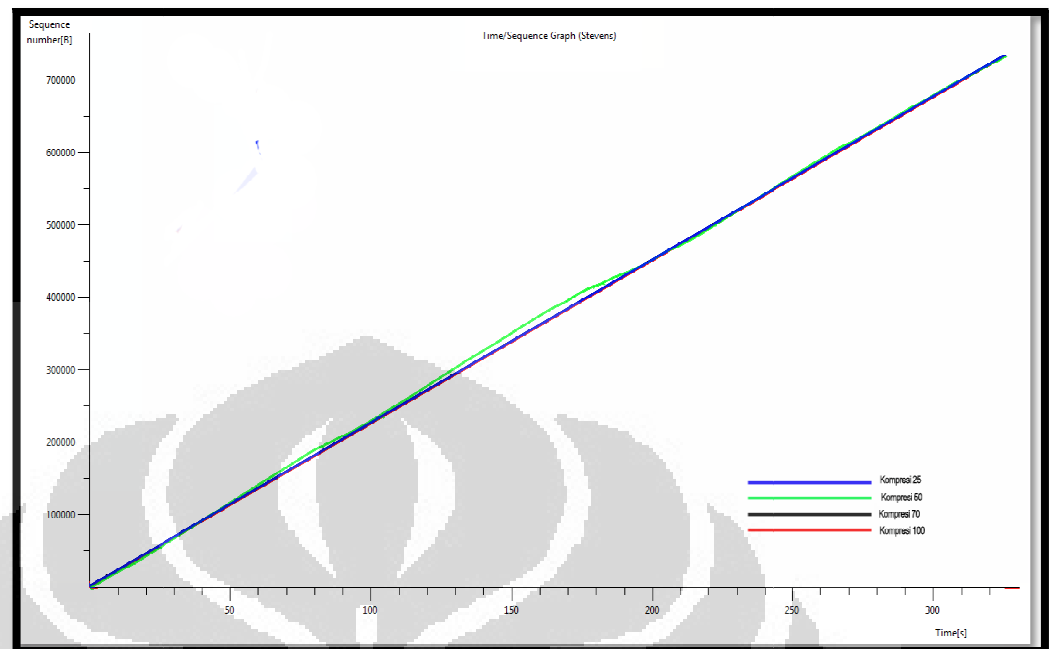


Gambar 4. 5 Grafik RTT Lokal pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa grafik yang berwarna hijau lebih sering berada pada bagian bawah, dimana hal ini berarti kompresi 50 memiliki nilai RTT yang rendah, dimana range nya sekitar 0-0.04s. Namun pada grafik yang berwarna lain, yaitu kompresi 25, 70, dan 100, berada di sekitar angka 0.02-0.04s, walaupun pada kompresi 25 pada bagian akhir grafik mengalami penurunan hingga dibawah 0.02s. Jika dilihat dari grafik di atas, maka nilai RTT dari semua kompresi masih memenuhi standar Y.1541 untuk aplikasi kelas 1 yaitu tidak ada yang lebih dari 400ms.

c. Packet Loss

Untuk pengambilan data *packet loss* sama seperti pada pengambilan data *throughput* dan RTT, nilai kompresi dari kualitas gambar video digunakan sebagai variabel kontrol, dimana nilai tersebut adalah 25, 50, 70, dan 100.



Gambar 4. 6 Grafik Packet Loss Lokal pada Kompresi 25

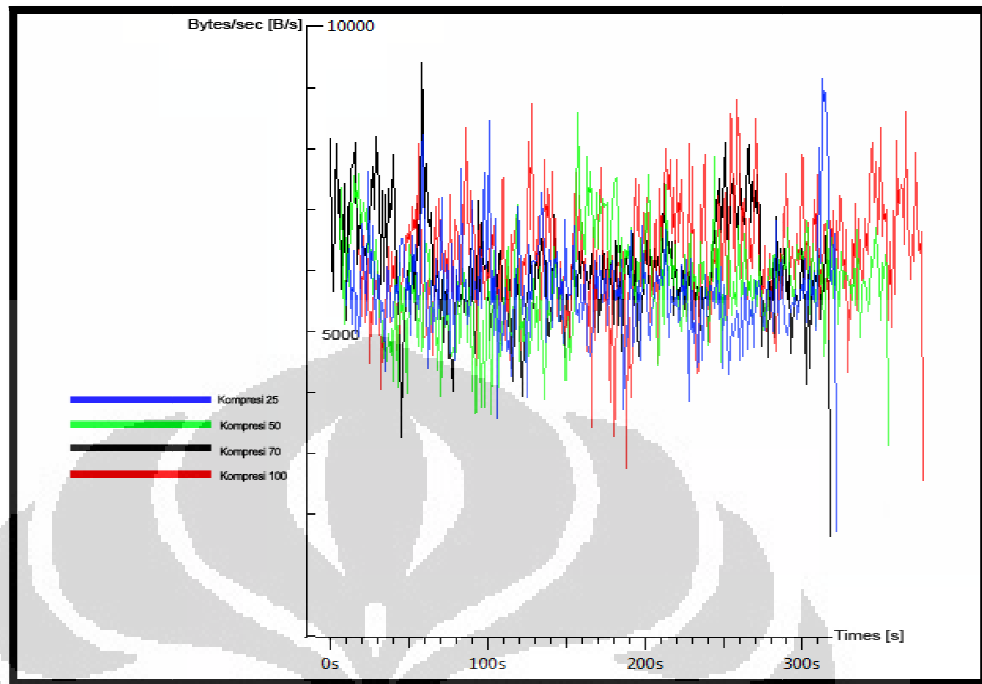
Berdasarkan grafik *packet loss* pada gambar di atas, maka secara keseluruhan tidak terjadi *packet loss* pada seluruh kompresi. Hal ini dapat terlihat bahwa pada semua grafik tidak terdapat jarak di antara pakatnya. Apabila terdapat *packet loss*, maka akan terdapat jarak antara garis tersebut ataupun penurunan.

4.2.2 Nilai QoS pada Kondisi Real

Pada kondisi real ini *user* mengakses *virtual education* dengan menggunakan akses internet pada topologi jaringan WLAN infrastruktur. Jika *user* ingin menggunakan kelas virtual ini, maka *user sign in* ke dalam sistem LMS terlebih dahulu, kemudian memilih mata pelajaran untuk kelas virtual.

a. Throughput

Data throughput ini diambil dengan membedakan besar kompresi dari kualitas video conference. Kompresi dengan nilai 100 berarti pada video conference tersebut tidak dilakukan kompresi sama sekali, sehingga membutuhkan bandwidth yang lebih tinggi. Berikut grafik hasil pengambilan data.



Gambar 4. 7 Grafik Throughput Real pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100

Dari grafik di atas dapat terlihat, dari semua kompresi yang ada tidak ada yang betul-betul stabil untuk nilai *throughput* nya. Namun, untuk warna yang paling sering stabil adalah warna hitam dan merah, yaitu pada saat kompresi 70 dan 100, walaupun pada saat kompresi 100 terdapat penurunan yang tajam di bagian akhir grafik. Untuk kompresi 25 juga terdapat penurunan yang besar, pada sekitar detik ke 310.

Tabel 4.2 Nilai Rata-rata Throughput pada Tiap Kompresi di Kondisi Real

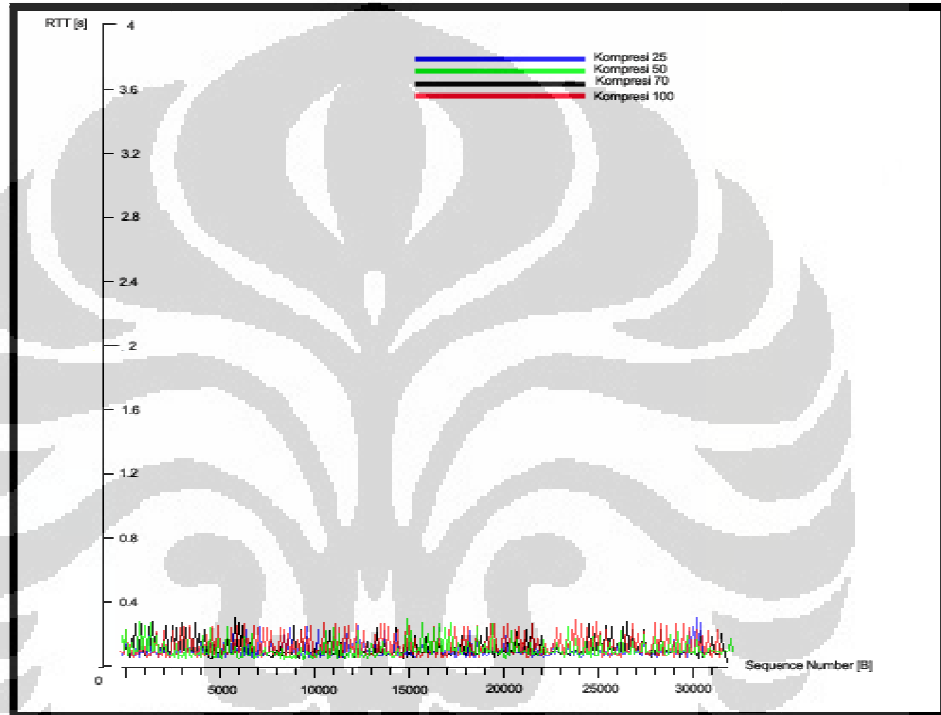
Nilai Kompresi	Throughput
25	30,2 KBps
50	33 KBps
70	36 KBps
100	50 KBps

Dari nilai rata-rata seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas dapat terlihat jika kualitas *video conference* semakin tidak terkompresi, maka *throughput* yang dihasilkan lebih besar. Hal ini karena semakin bagus

kualitas dari video tersebut, maka semakin besar *throughput* yang dibutuhkan.

b. Round Time Trip Delay (RTT)

Berikut ini adalah hasil grafik dari nilai RTT dengan variabel kontrol adalah nilai kompresi seperti pada *throughput*.



Gambar 4. 8 Grafik RTT pada Kondisi Real Kompresi 25, 50, 70, dan 100

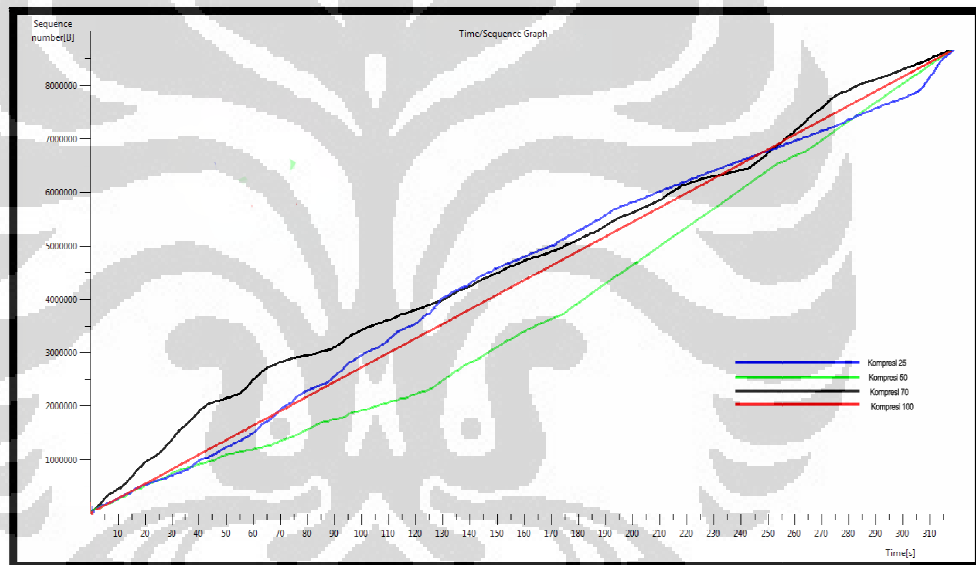
Dari yang terlihat pada grafik RTT pada kondisi real di atas, maka dapat terlihat nilai RTT pada kondisi real lebih tinggi dibandingkan ketika pada kondisi lokal. Hal ini terlihat dari grafik yang ada berada mendekati skala 0.4s, berbeda dengan kondisi lokal yang bahkan tidak mencapai 0.1s. dari grafik di atas dapat terlihat warna yang paling sering berada di puncak adalah warna merah, dimana berarti kompresi 100.

Walaupun nilai RTT dari kondisi real hampir mencapai 0.4s, namun nilai delaynya masih memenuhi standar dari Y.1541, dimana nilai delay terbesar untuk komunikasi real time adalah 400ms. Namun dari grafik di

atas juga terdapat beberapa lonjakan dari nilai RTT. Hal ini dikarenakan video conference menggunakan protokol TCP, sehingga nilai ini disebabkan oleh adanya restansmisi dari paket yang rusak, bersama dengan paket berikutnya yang harus dikirimkan.

c. Packet Loss

Berikut ini adalah grafik yang dihasilkan dari *packet loss* ketika *video confrence* dilakukan pada kondisi real. Untuk variabel kontrol yang dilakukan sama seperti *throughput* dan RTT, yaitu nilai kompresi yaitu 100, 70,50, dan 25.



Gambar 4. 9 Grafik Packet Loss pada Kompresi 25, 50, 70, dan 100

Dari grafik *packet loss* yang telah ditunjukkan di atas maka dapat dikatakan dari semua kompresi tidak terdapat *packet loss*, karena tidak adanya jarak pada garis grafik dan tidak adanya penurunan besar jumlah data yang dikirimkan. Juga dapat dilihat dari grafik di atas, kompresi 100 merupakan kompresi yang paling stabil pengiriman datanya, karena grafik yang dihasilkan tidak ada lekukan. Berbeda dengan kompresi 25, 50, dan 70 terjadi ketidakstabilan dalam besar pengiriman data, namun tetap tidak ada penurunan.

4.3 Penilaian Kualitas Sistem (MOS)

Penilaian MOS merupakan suatu penilaian subjektif oleh *user* untuk menentukan kualitas dari suatu layanan, dimana di dalam sistem *virtual education* ini *user* akan menilai fitur *video conference*. *User* diberikan beberapa penilaian dari video conference ini, dimana penilaian utama nya adalah dari sisi kualitas gambar dan kualitas suara secara keseluruhan. Setelah *user* memberikan nilai untuk tiap kualitas, maka nilai tersebut akan dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai MOS layanan video conference secara keseluruhan. Untuk penilaian MOS ini diujikan pada sepuluh orang *user*. Berikut adalah hasil rata-rata nilai MOS dari sepuluh orang *user*.

Tabel 4.3 Tabel Nilai MOS Rata-rata 10 *User*

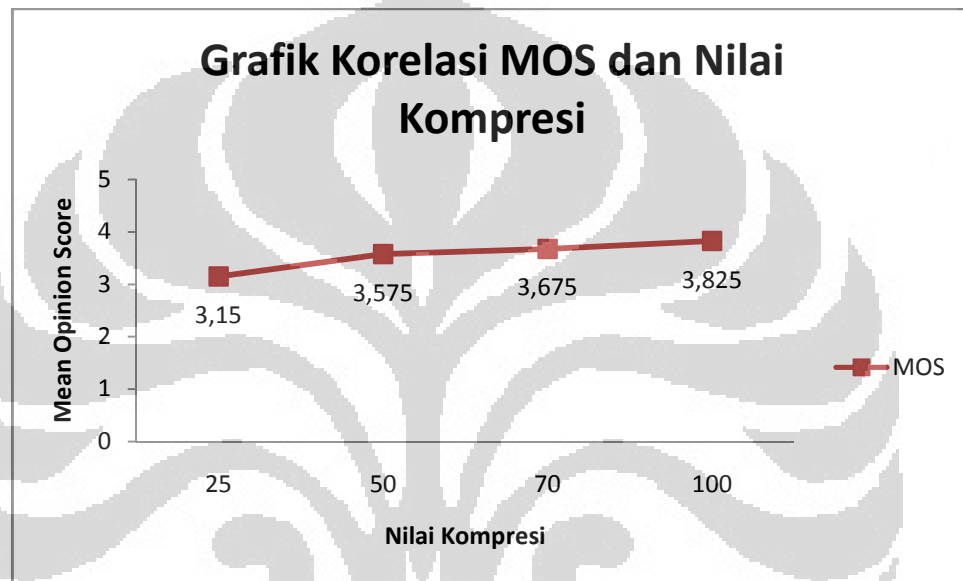
Nilai Kompresi	Rata-rata
25	3,15
50	3,575
70	3,675
100	3,825

Keseluruhan nilai MOS dari keempat nilai kompresi tidak jauh berbeda, yaitu pada nilai 3. Maka dapat dikatakan nilai video conference ini memiliki kualitas yang cukup dan masih dapat diaplikasikan walaupun terdapat sedikit gangguan di dalamnya namun dapat ditoleransi. Namun nilai MOS ini bergantung pada kondisi dari perangkat yang digunakan oleh *user*, karena perangkat yang tidak mendukung dapat menurunkan kualitas dari layanan tersebut.

4.4 Korelasi Nilai QoS dengan Nilai MOS

Korelasi nilai QoS dengan nilai MOS yang digunakan adalah korelasi kualitatif diantara keduanya. Nilai QoS dan nilai MOS yang digunakan adalah pada saat menggunakan jaringan lokal menggunakan topologi ad hoc.

Penggunaan jaringan lokal untuk pengambilan data MOS dimaksudkan agar *user* dapat merasakan fitur *video conference* ini pada kondisi jaringan dengan *traffic* rendah. Namun, nilai MOS adalah nilai subjektif dari *user* yang menggunakan fitur tersebut, ketika mencoba aplikasi ini kemungkinan perbedaan pandangan tiap *user* mengenai kualitas gambar dan suara dikarenakan perangkat yang digunakan berbeda dan menghasilkan kualitas yang berbeda.



Gambar 4. 10 Grafik Korelasi MOS dan Nilai Kompresi

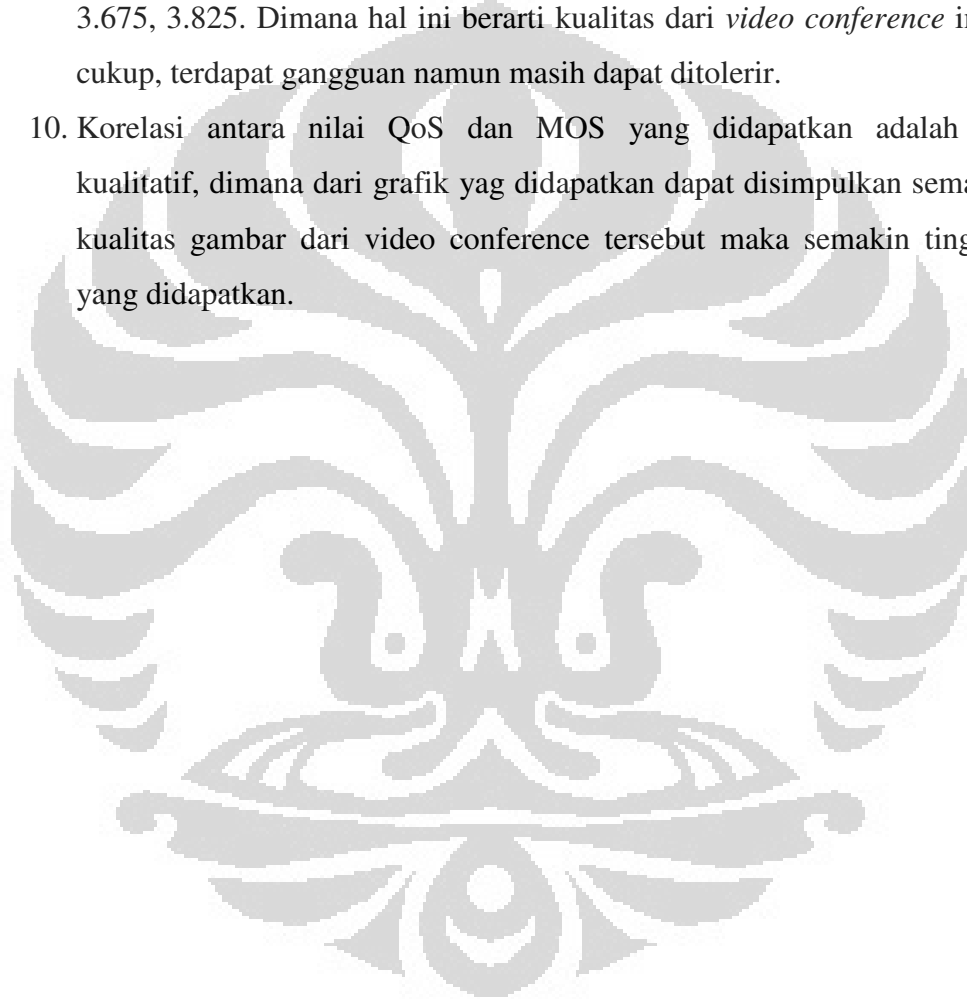
Dari gambar 4.10, yaitu grafik korelasi kualitatif nilai MOS rata-rata yang didapatkan dari sepuluh *user* dengan nilai kompresi dari kualitas video. Dari grafik di atas, semakin baik kualitas video (tidak terkompresi) maka nilai MOS yang didapatkan semakin tinggi, walaupun nilai yang didapatkan tidak jauh berbeda yaitu berkepala 3. Nilai 3 berarti kualitas dari *video conference* ini cukup dan terdapat beberapa gangguan namun dapat ditoleransi.

BAB 5

KESIMPULAN

1. Sistem *virtual education* berbasis *open source software* ini merupakan intergrasi dari *learning management system* (Moodle) dan *virtual class* (BigBlueButton).
2. Variabel kontrol untuk pengambilan data adalah nilai kompresi kualitas video yaitu, 25, 50, 70, dan 100. Nilai 100 berarti tidak terjadi kompresi pada video tersebut, sehingga membutuhkan *bandwidth* yang lebih tinggi.
3. Uji coba jaringan lokal menggunakan topologi *ad hoc*, dimana nilai throughput berbanding lurus dengan kualitas dari video tersebut. Throughput pada kompresi 25 adalah 41,1 KBps, 50 adalah 43,0 KBps, 70 adalah 52,3 KBps, dan 100 adalah 54,9 KBps. Nilai ini menunjukkan masih memenuhi bandwidth minimal yang dibutuhkan untuk melakukan fitur *video conference*.
4. Pada uji coba lokal, grafik dengan nilai RTT terendah terjadi pada saat kompresi 50 memiliki nilai RTT yang rendah, dimana range nya sekitar 0-0.04s. Namun pada grafik yang berwarna lain, yaitu kompresi 25, 70, dan 100, berada di sekitar angka 0.02-0.04s. Nilai RTT dari semua kompresi masih mengikuti standar Y.1541 untuk aplikasi kelas 0 dan 1.
5. Tidak terjadi packet loss pada saat uji coba jaringan lokal, hal ini terlihat tidak adanya gap antara garis grafik.
6. Uji coba pada kondisi real, nilai throughput kembali berbanding lurus dengan kualitas dari video tersebut. Throughput pada kompresi 25 adalah 30,2 KBps, 50 adalah 36 KBps, 70 adalah 36 KBps, dan 100 adalah 50 KBps. Nilai ini masih memenuhi bandwidth minimal yang dibutuhkan untuk melakukan fitur *video conference*.
7. Pada uji coba kondisi real, grafik RTT dari semua kompresi sebagian besar mengikuti standar Y.1541, dengan nilai delay tidak lebih dari 400ms.

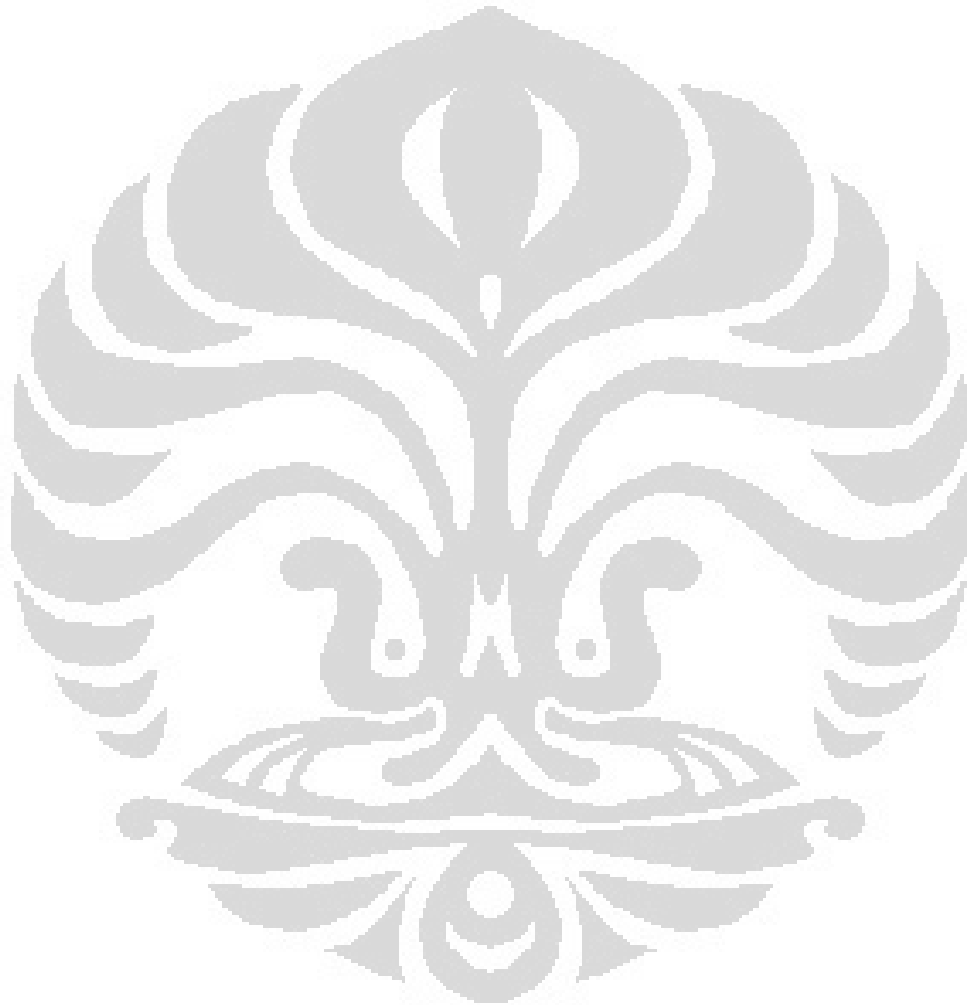
8. Tidak terjadi packet loss pada uji coba kondisi real, namun terjadi ketidakstabilan data yang terkirim pada beberapa waktu. Kompresi 100 memiliki stabilitas yang paling baik.
9. Untuk menguji kualitas dari fitur *video conference* dilakukan metode MOS kepada 10 *user* yang mencoba pada empat nilai kompresi yang berbeda. Nilai MOS yang didapatkan untuk kompresi 25, 50, 70 dan 100 adalah 3.15, 3.575, 3.675, 3.825. Dimana hal ini berarti kualitas dari *video conference* ini adalah cukup, terdapat gangguan namun masih dapat ditolerir.
10. Korelasi antara nilai QoS dan MOS yang didapatkan adalah korelasi kualitatif, dimana dari grafik yang didapatkan dapat disimpulkan semakin baik kualitas gambar dari video conference tersebut maka semakin tinggi MOS yang didapatkan.



Daftar Referensi

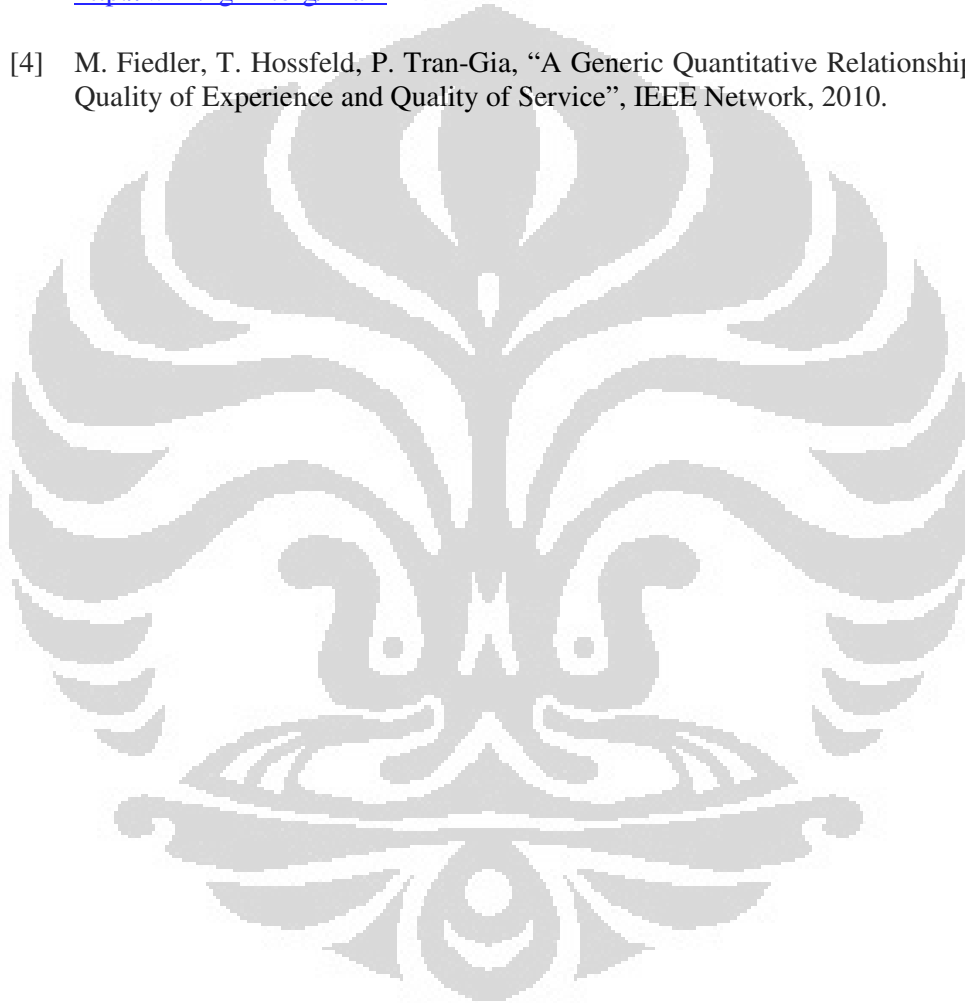
- [1] Anonim. *Pentingnya Pendidikan*. Diunduh pada tanggal: Desember 14, 2011. <http://smkn1yogyakarta.org/news/2-pentingnya-pendidikan.html>
- [2] WorldWideLearn (n.d.). *What is e-learning*. Diunduh pada tanggal: Desember 17, 2009. <http://www.worldwidellearn.com/elearning-essentials/index.html>
- [3] Ferrel, Dr. Glen M. *The Development of Virtual Education: Global Perspective*. Canada.
- [4] Anonim. *Types of Video Conferencing Systems*. Diunduh pada tanggal: Desember 11, 2011. <http://www.learn-source.com/career/video.html>
- [5] BigBlueButton FAQ. *Minimum Bandwidth Requirement*. Diakses pada tanggal: 31 Mei, 2012. <http://code.google.com/p/bigbluebutton/wiki/FAQ>
- [6] Politeknik Telkom. *Kualitas Layanan pada Sistem Telekomunikasi*. Diunduh pada tanggal: Desember 17, 2011. <http://ibuku.zxq.net/smster4/sistel/>
- [7] Ilustrasi Streaming dengan QoS dan Tanpa QoS. Diunduh tanggal: Desember 11, 2011. <http://ibuku.zxq.net/smster4/sistel/>
- [8] Ilustrasi Delay. Diunduh tanggal: Desember 17, 2011. <http://ibuku.zxq.net/smster4/sistel/>
- [9] Ilustrasi Jitter. Diunduh tanggal: Desember 17, 2011. http://www.emeraldinsight.com/content_images/fig/3610030307001.png
- [10] ITU-T Telecommunication Standardization Sector of ITU. *ITU-T Recommendation Y.1540*. November 2007.
- [11] ITU-T Telecommunication Standardization Sector of ITU. *ITU-T Recommendation Y.1541*. November 2002.
- [12] ITU-T Telecommunication Standardization Sector of ITU. *ITU-T QoS Standards for IP-Based Networks*. IEEE Communications Magazine: Juni 2003.
- [13] Wi-Fi Alliance. *Wi-Fi Certified™ n: Longer Range, Faster-Throughput, Multimedia-Grade Wi-Fi® Networks*. September 2009.
- [14] Ramadhani, Kurnia. *Having Fun With Ubuntu*. April, 2010. Skripta: Yogyakarta.
- [15] BigBlueButton Inc. *BigBlueButton Overview*. Diunduh pada tanggal: 19 Desember 2011. <http://BigBlueButton.org/overview>

- [16] Overview LiteSpeed Web Server. Diakses pada tanggal: 21 Mei 2012.
<http://www.litespeedtech.com/overview.html>
- [17] LiteSpeed Performance Benchmark. Diakses pada tanggal: 21 Mei 2012.
<http://www.litespeedtech.com/performance-benchmarks.html>
- [18] Nginx. *About Nginx*. Diunduh pada tanggal: Desember 19, 2011.
<http://wiki.nginx.org/Main>



Daftar Pustaka

- [1] Seitz, Neal. *ITU-T QoS Standards for IP-Based Networks*. IEEE Communications Magazines. June, 2003.
- [2] ITU-T Rec. P.800. *Methods for Objective and Subjective Assessment of Quality*. 1996.
- [3] Nginx. *About Nginx*. Diunduh pada tanggal: Desember 19, 2011. <http://wiki.nginx.org/Main>
- [4] M. Fiedler, T. Hossfeld, P. Tran-Gia, "A Generic Quantitative Relationship between Quality of Experience and Quality of Service", IEEE Network, 2010.



LAMPIRAN

Tabel Penilaian MOS

User 1				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	3	3	2	3
Delay Gambar	3	4	4	5
Kualitas Gambar	3	4	4	4
Kualitas Suara	3	2	3	3
User 2				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	2	2	3	3
Delay Gambar	2	2	2	2
Kualitas Gambar	3	3	4	4
Kualitas Suara	3	3	3	3
User 3				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	3	3	3	3
Delay Gambar	2	3	3	3
Kualitas Gambar	3	4	4	4
Kualitas Suara	3	3	3	3
User 4				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	3	3	3	3
Delay Gambar	4	4	5	5
Kualitas Gambar	3	3	3	3
Kualitas Suara	3	3	3	3
User 5				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	2	3	3	4
Delay Gambar	4	5	5	5
Kualitas Gambar	3	3	3	4
Kualitas Suara	1	2	2	3
User 6				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	4	5	3	4
Delay Gambar	4	5	5	5
Kualitas Gambar	5	5	4	4
Kualitas Suara	4	4	3	3
User 7				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	3	4	4	4
Delay Gambar	4	5	5	5
Kualitas Gambar	3	4	4	4
Kualitas Suara	2	3	3	3
User 8				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	3	4	4	4
Delay Gambar	3	4	5	5
Kualitas Gambar	3	4	5	5
Kualitas Suara	3	4	5	5
User 9				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	3	3	3	3
Delay Gambar	3	4	5	5
Kualitas Gambar	3	3	3	4
Kualitas Suara	1	2	3	4
User 10				
Kompresi	25	50	70	100
Delay Suara	3	4	4	4
Delay Gambar	4	4	4	5
Kualitas Gambar	5	5	5	5
Kualitas Suara	5	5	5	5

Nilai Kompresi	User Ke -										Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	4,25	3	2,5	3	4,75	2,5	3,25	2,75	2,5	3	3,15
50	4,75	4	3,25	4	4,5	3	3,25	3,25	2,5	3,25	3,575
70	3,75	4	3,25	4,75	4,5	3,5	3,5	3,25	3	3,25	3,675
100	4	4	4	4,75	4,25	3,75	3,5	3,25	3	3,75	3,825

Gambar Contoh Video Conference pada Beberapa User



